SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Zacatepec

Nousitz

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia

CITID 2015

2015

NO. 61
SEPTIEMBRE 2015

ISSN No. 1405-9967
Certificado de Licitud de Título No. 11163
Certificado de Licitud de Contenido No. 7794
Que otorga la comisión calificadora de publicaciones y revistas ilustradas de la Secretaría de Gobernación.
Reserva 04-2005-091915321800-102

Nousitz

Septiembre - 2015

DIRECTORIO

Ing. Roberto Ortiz Delgadillo.
DIRECTOR.

MTI. Adriana Ivett De la Roca Chiapas
ENCARGADA DE LA
SUBDIRECCION DE PLANEACIÓN.

Dr. Miguel Ángel Chagolla Gaona.
SUBDIRECTOR ACADÉMICO.

Ing. Raymundo Real Palencia
ENCARGADO DE LA SUBDIRECCIÓN
DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS.

Ing. Alma Lilly Nava Sedano.
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE
COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN.

C. Eduardo Vázquez Aranda.
JEFE DE LA OFICINA DE DIFUSIÓN ESCRITA.

Lic. Celerino Alonso Nájera
JEFE DE LA OFICINA DE DIFUSIÓN AUDIOVISUAL.

C. Arturo Fernández Ortiz
JEFE DE LA OFICINA DE EDITORIAL

C. Susana Castro Martínez.
SECRETARIA.

C. Jesús Basilio Castrejón Cortez
COORDINADOR TÉCNICO DE
LA REVISTA NOUSITZ
Dr. René Salgado Delgado

Tiraje 250 ejemplares Distribución Gratuita.

REVISTA ARBITRADA

CONSEJO EDITORIAL

Ing. Roberto Ortiz Delgadillo
DIRECTOR DEL PLANTEL

Dr. Miguel Ángel Chagolla Gaona
SECRETARIO ACADÉMICO

MTI. Adriana Ivett De la Roca Chiapas
SECRETARIA DE RELACIONES
INTERNAS Y EXTERNAS

Ing. Raymundo Real Palencia
SECRETARIA DE FINANZAS
Y COMERCIALIZACIÓN

MARH. María del Rocio Ramírez Miranda
SECRETARIA TÉCNICO

Ing. Alma Lilly Nava Sedano
JEFA DE INFORMACIÓN

C. Eduardo Vázquez Aranda
JEFE DE EDICIÓN Y PRODUCCIÓN

Ing. Yanet Castrejón Hernández
JEFE DE EDICIÓN DIGITAL

Ing. Narda Martínez García
JEFA DE RESGUARDO Y DISTRIBUCIÓN
DE PUBLICACIONES.

ASESORES

DR. EDGAR GARCÍA HERNÁNDEZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DR. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ CAMPOS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DR. FRANCISCO JAVIER CARTUJANO ESCOBAR
DEPTO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

ING. RICARDO RODRÍGUEZ ROBLEDO
DEPTO. DE METAL-MECANICA

DR. JOSÉ LUIS CORONEL TRUJILLO
DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DR. RENE SALGADO DELGADO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DRA. ANA CELIA CAMPOS HERNÁNDEZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

M.C. ÁNGEL SANDOVAL JACOBO
DEPTO. CIENCIAS BÁSICAS

DRA. MINERVA GUADALUPE VARGAS VEGA
POSGRADO DE METAL-MECANICA

ING. CLAUDIA BARRETO CABRERA
DEPTO. DE ING. INDUSTRIAL

ING. CLAUDIA NOGUERÓN GONZÁLEZ
INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN

MARH. ROBERTO YÁÑEZ HERNÁNDEZ
CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

LIC. BLANCA NIEVES CABRERA LÓPEZ
CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

El contenido de los artículos publicados es total y absolutamente responsabilidad de los autores del mismo.

Prólogo

¿La ciencia al servicio del hombre o el hombre al servicio de la ciencia?

En la búsqueda incesante de respuestas que expliquen el por qué y cómo de las cosas, el hombre ha recabado un sin fín de conocimientos y aplicaciones, que le han permitido construir el mundo que conocemos.

La interrogante sobre si la ciencia está al servicio del hombre o si más bien, la ciencia nos ha esclavizado y hecho dependientes de ella, es un planteamiento que constantemente surge al analizar las consecuencias e impacto en la humanidad de los alcances científicos y tecnológicos, sin llegar hasta la fecha, a una respuesta final.

Sin embargo, un hecho que sí ha destacado, es la importancia de ligar ambos conceptos en la formación de los individuos. La inclusión en la enseñanza desde un enfoque ético y moral, como factor condicionante para conducir los resultados obtenidos hacia un verdadero bienestar de la humanidad, ha sido una estrategia adoptada en los últimos años para situar a la ciencia en el verdadero lugar que le corresponde: *al servicio del hombre*.

La realización del **Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia CITID-2015**, es un evento académico del **Instituto Tecnológico de Zacatepec**, que a la par de reafirmar los conocimientos teórico-prácticos de los alumnos, adquiridos en el aula, representa un acercamiento con la aplicación de estos conocimientos en la solución de situaciones diversas. El **CITID-2015** es además, un foro que estrecha los vínculos entre investigadores, docentes y estudiantes para impulsar juntos, el estudio en áreas no exploradas o aplicaciones en alternativas no consideradas, generando así, el intercambio de experiencias que enriquecen la labor que cada uno realiza.

Por su importancia y relevancia, en esta ocasión, se han compilado los trabajos presentados en el **CITID-2015**, para conformar una edición especial de la ***Nousitz*** *:* ***Revista de Investigación Científica y Tecnológica***, por lo que a nombre del **Consejo Editorial del Instituto Tecnológico de Zacatepec**, esperamos que sea de su interés, pero sobre todo, que disfruten de su lectura.

Índice

IQB-00	**BIOPROCESOS Y DESARROLLO SUSTENTABLE**	
IQB-01	***ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC*** H. Alonso – Jiménez, C. Barreto - Cabrera, R. C. Cárdenas - Valdez, W. N. Díaz - Hernández, V. Gama – Nájera	***1***
IQB-02	***APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN MANGOS ATAULFO OBTENIDOS A PARTIR DE EMULSIONES ESTABILIZADAS CON GOMA DE MEZQUITE-QUITOSANO*** M. E. Arzate Urieta, E. I. Dorantes Rivera, M. Cruz Díaz, C. R. Toledo Ávila, L. Zavaleta Avejar, J. P. Pérez Orozco	***16***
IQB-03	***CÁLCULO DE ÁREA Y EFICIENCIA DE UN CALENTADOR SOLAR*** F. X. Camilo Flores, A. E. Díaz Domínguez, S. I. Balderas Aguilar, A. Carmona Núñez , A. Díaz Villegas	***21***
IQB-04	***DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD INTRINSICA DE LA MEZCLA QUITOSANO-GOMA DE MEZQUITE-PROTEINA DE SOYA*** Y. Barrera Rojas, W.N. Hernández Díaz and J.P. Pérez Orozco	***29***
IQB-06	***ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN QUITOSANO*** E. Águila-Almanza, R. Salgado-Delgado y H-Hernández-Cocoletzi	***35***
IQB-07	***EVALUACIÓN DEL GRADO DE INHIBICIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO PHEMA/QUITOSANO/HIDROXIAPATITA SOBRE Escherichia coli, Salmonella y Staphylococcus aureus*** E. del C. Gámez-Bravo, Z. Vargas-Galarza, A. M. Salgado-Delgado, E. García-Hernández, R. Salgado-Delgado	***42***
IQB-08	***EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA DEL INTERMETÁLICO FE_3Al EN SOLUCIÓN FISIOLÓGICA ARTIFICIAL DE HANK*** C.D. Arrieta-González, J. Porcayo-Calderón y Z. Vargas-Galarza	***48***
IQB-09	***IDENTIFICACIÓN DE IRIDOIDES POR FTIR PRESENTES EN EL EXTRACTO DE Crescentia Alata Kunth (Cuatecomate)*** M.E. De la Rosa Vicera, G. Herrera Ayala, M. Hurtado García y S.J. Quintero Cabañas	***57***
IQB-10	***IDENTIFICACIÓN DE SAFROL POR CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA Y FTIR PRESENTE EN Piper auritum kunth (Hierba santa)*** Y. M. Muñoz-Casares, I. Mejía-Vigueras, A. F. Toledo-Peña, K. M. Zamorano-Martínez	***62***
IQB-13	***VIABILIDAD DE UN SIMULADOR ECOLÓGICO UTILIZANDO EL MODELO DE APRENDIZAJE INTEROA-3D*** E. Anguiano- Bello, A. Carrillo- Quiroz, F.J. Ramírez-Sandoval, M. Silva-Cuevas y E. Pacheco-Salgado	***69***
IQB-14	***DEGRADACIÓN DEL 2-Clorofenol CON NANOPARTÍCULAS DE FE_2O_3 DEPOSITADAS SOBRE NANOTUBOS DE CARBÓN Y RADIACIÓN VISIBLE*** J. C. Ochoa Jaimes, L. A. Arau Roffiel y R. Suárez Parra	***76***
IQB-15	***Contribución Retirada de las memorias del Congreso (solicitud hecha por el Autor principal).***	***83***

ISC-00	**CIENCIAS DE LA COMPUTACION**	
ISC-01	***ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO UTILIZANDO EL LENGUAJE ORIENTADO A OBJETOS Y UNA PLATAFORMA WEB*** E. Anguiano- Bello, A. Carrillo-Quiroz, J. Taboada-Vázquez, B.R. Quiñones-Mazón y E. Pacheco-Salgado	***94***
ISC-02	***API PARA CONTROL DE ACCESO DE USUARIOS A APLICACIONES WEB BASADO EN PERFILES*** V. Bárcenas-Martínez, Y. Castrejón-Hernández, M. H. Tiburcio-Zúñiga, N.J. Ontiveros-Hernández, S. Espinoza-Salgado, R. Real-Palencia y J. A. Peña-Ramírez	***104***
ISC-03	***DESARROLLO DEL MÓDULO DE CONSULTAS DISTRIBUIDAS DE UN MIDDLEWARE PARA DATA GRIDS*** F. J. Cartujano Escobar, M. Ménez Esquivel, C. Noguerón González, O. Ponciano Galicia, L. A. Gama Moreno	***111***
ISC-04	***D.P.M. DETECTOR DE PATOLOGÍAS MENTALES (TRANSTORNOS DEL ESTADO DE ÁNIMO)*** A. Dionicio Abrajan, S. Arizmendi León, E. Mena Salgado, Á. González Cervantes, P. D. Delgado Alonso	***123***
ISC-05	***INTEGRACIÓN DE FRAMEWORKS PARA EL DESARROLLO ÁGIL DE SISTEMAS COMPUTACIONALES*** F. Patiño-Reyes, N. Lara-Acono	***131***
ISC-06	***MIDDLEWARE PARA DATA GRIDS: MÓDULO DE ACTUALIZACIÓN*** F. J. Cartujano Escobar, M. Ménez Esquivel, C. Noguerón González, Isaac Castrejón Gama y C. Bustillos Gaytán	***142***
ISC-07	***MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO EL ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD*** S. Olmos-Peña, R. G. Cruz- Flores, C. Juárez- Landín, H. Delgado-Hernández	***153***
ISC-08	***PROPUESTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTOS DE SOFTWARE EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE MANTENIMIENTO DE SOFTWARE (DMS)*** L. S. Olalla Ocampo, A. I. de la Roca Chiapas, S. Martínez Moreno, L. Villavicencio Gómez y B. A. Aranda Benítez	***160***
ISC-09	***RECONOCIMIENTO DE PATRONES MEDIANTE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL DE HAMMING*** J. A. Peña-Ramírez, N. J. Ontiveros-Hernández, M. H. Tiburcio-Zúñiga, V. Bárcenas-Martínez, Y. Castrejón-Hernández, S. Espinoza-Salgado y J. P. Aragón-Hernández	***168***
ISC-10	***SEGURIDAD INFORMÁTICA A NIVEL DE SOFTWARE Y HARDWARE USANDO ARDUINOS*** J. A. Peña-Ramírez, N. J. Ontiveros-Hernández, V. Bárcenas-Martínez, M. H.Tiburcio-Zúñiga, Y. Castrejón-Hernández, S. Espinoza-Salgado y J.P. Aragón-Hernández	***179***
ISC-11	***SENSOR INTELIGENTE DE TEMPERATURA BASADO EN ARDUINO*** S. Espinoza-Salgado, V. Bárcenas-Martínez, Y. Castrejón-Hernández, M. H. Tiburcio-Zúñiga, N.J. Ontiveros-Hernández, R. Real-Palencia, J. A. Peña-Ramírez	***191***
ISC-12	***SERVICIO PARA EMISIÓN DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS (SEDE)*** L. A. Gama-Moreno, C. Martínez H. , J. A. Torres R., J. L. Torres, A. Ramírez, M. A. Juárez, J. Rivas	***195***
ISC-13	***SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTO PARA LA PROMOCIÓN INSTITUCIONAL CON ORIENTACIÓN VOCACIONAL*** L. Cuevas-Bracamontes, S. Valle-Bahena, A. Dionicio-Abraján, D.I. Salgado-Guzmán y J.U. García-Cervantes	***204***
ISC-14	***SISTEMA GRÁFICO PARA VISUALIZACIÓN DE LOTES DE SIEMBRA EN EL CIMMYT*** B. A. Aranda Benítez, L. Villavicencio Gómez, E. Silva Colín, O. Bañuelos Tavares	***214***

ISC-15	***TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS EN LAS GRÁFICAS POR COMPUTADURA*** M. H. Tiburcio-Zúñiga, V. Bárcenas-Martínez, Y. Castrejón-Hernández, N.J. Ontiveros-Hernández, S. Espinoza-Salgado, J. A. Peña-Ramírez	***225***
IC-00	**INGENIERÍA CIVIL**	
IC-01	***ANÁLISIS DEL TPDA DEL TRAMO CARRETERO LA PERA-CUAUTLA EN EL EDO. DE MORELOS (EN SU TRAMO INICIAL DE 2 CARRILES Y EL CRUCE DE SU PLAZA DE COBRO (TEPOZTLÁN KM 7+ 960)*** A. Soto-Huicochea, C. Arenas, M. A. Hernández, E. Dorantes y J. Zúñiga	***238***
IC-02	***ASPECTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL USO DEL PRESIÓMETRO MENARD EN LA INGENIERÍA GEOTECNICA*** E. G. Carrillo González, N. A. Melchor García y V. Jiménez Ramírez	***257***
IC-03	***CÁLCULO DE PROPIEDADES DINÁMICAS DE UNA ESTRUCTURA UTILIZANDO MÉTODOS DE INSTRUMENTACIÓN*** N. A. Alarcón, J. Uribe, U. Mena Hernández, O. Soto y S. Flores	***271***
IC-04	***CONCRETO REFORZADO MODIFICADO CON PELETS DE NYLON 6,6 COMO CONTENEDORES DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN*** A.L. Tejeda Gutiérrez, C. Menchaca Campos, J. Uruchurtu Chavarín y O. Soto Talavera	***276***
IC-05	***CONSTRUCCIÓN DE SEGUNDA ETAPA DEL AUDITORIO DEL MUNICIPIO DE JOJUTLA Y UM INFORME PREVENTIVO*** S. Flores - Hernández, R. Martínez, M.A. Chagolla, J. Lira y D. García	***286***
IC-06	***ESTRUCTURACIÓN DEL CAMINO VEHICULAR TRAMO ZACATEPEC–JOJUTLA (CASA BLANCA)*** S. Flores - Hernández, R. Martínez, M. A. Chagolla, M. Mejía e I. González	***298***
IC-07	***INFLUENCIAS DE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO*** E.G. Carrillo-González, R.B. Cervantes-Quintana, O de la Paz Soto, A. Sedano- Peñaloza y S. Torrez- Peralta	***308***
IC-08	***LAS OBRAS PORTUARIAS EN CUYUTLÁN, MANZANILLO, COLIMA*** J. M. Ramírez C., C. Morales Muñoz, A. Pérez Castro y E. Álvarez G.	***318***
IC-09	***MODERNIZACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE LA AVENIDA PASEO DE LA REFORMA DE LA CD. DE MÉXICO, D.F., OBRA CIVIL PAQUETE V*** J. López Reyes, J. M. Ramírez Cuevas, G. Sierra Navarrete	***334***
IEM-00	**TERMOFLUÍDOS Y ENERGÉTICA**	
IEM-01	***ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RECURRENCIA DE SUPERFICIES RUGOSAS APLICADO A PERFILES ÓPTICOS Y DE SPECKLE*** O. Sarmiento Martínez, M.G. Vargas Vega, J.E. Ruiz Ramírez y O.C. Benítez Centeno	***348***
IEM-02	***ANALISIS DE CORTO CIRCUITOEN LA LINEA DE SUBTRANSMISION 73L10PROVENIENTE DE LA SUBESTACION SAN FRANCISCO ZONA TOLUCA*** JOSÉ ALFONSO SANTANA CAMILO, WILFRIDO SÁNCHEZ GARCÍA, DIEGO ALBERTO RAMÍREZ ALPIZAR, TOMAS ROMÁN GONZÁLEZ, ANGEL SANDOVAL JACOBO	***361***
IEM-03	***CARACTERIZACIÓN DE UNA CENTRÍFUGA DE 4 METROS DE DIÁMETRO DEL INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL ESTUDIO DE TRASFERENCIA DE CALOR A GRAVEDAD AUMENTADA*** V. Castillo, G. Hernández Cruz, G. Ramírez Zúñiga y R. Ramos Mora	***377***
IEM-04	***DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL SOLAR*** J. Efraín Ruiz Ramírez, O. Sarmiento Martínez, M.G. Vargas Vega, O.C. Benítez Centeno y A. J. Martínez Mata	***383***
IEM-05	***ESQUEMA DE PROTECCIÓN PARA LÍNEA DE 115 KV DE DOS TERMINALES UTILIZANDO RELEVADORES DIFERENCIALES DE LÍNEA "87L"*** J. A. Santana Camilo, T. Román González, D. A. Ramírez Alpizar, R. Silva Martínez ,J. A. Gutiérrez Torres	***399***
IEM-06	***EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN UN POZO INYECTOR DE VAPOR*** R. Díaz De León, J. R. Hernández Pérez, O. Cázares Candia, O.C. Benítez Centeno	***411***
IEM-07	***IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE TEMPERATURA TIPO PI MEDIANTE EL MÓDULO LÓGICO UNIVERSAL LOGO! SIEMENS OB5***	***422***

	A. J. Martínez Mata, J. A. Sánchez Moreno , M. A. Chagolla Gaona, A. Olarte Paredes, J. Riquelme Arizmendi, J. E. Ruiz Ramírez	
IEM-08	***IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE ING. MECÁNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC*** M.A. Chagolla, S. Montes, J.A. Mata, A. Carmona	***431***
IEM-09	***MEDICIÓN DE TEMPERATURA MEDIANTE UN SISTEMA ARDUINO MEGA 2560 PARA APLICACIONES DE MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA*** A. Olarte Paredes, B. U. Mendoza Enríquez, A. J. Martínez Mata, R. Salgado Delgado, A. M. Salgado Delgado, M. A. Chagolla Gaona	***444***
IEM-10	***SIMULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN IN-SITU EN MEDIOS POROSOS CARBONATADOS CONSIDERANDO LA GENERACIÓN DE CO_2*** D. Montes Barrios, O. Cázares Candia, O. C. Benítez Centeno	***453***
IEM-11	***SIMULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN IN-SITU EN MEDIOS POROSOS CONSIDERANDO LA EXPANSIÓN TÉRMICA DE LOS FLUÍDOS Y LA ROCA*** D. E. Martínez Lagunas, O. Cázares Candia, O. C. Benítez Centeno	***470***
IEM-12	***VISUALIZACIÓN DEL MEZCLADO DE FLUÍDOS*** E. Castañeda Moreno, J. L. Luviano Ortiz, E. Ramos, G. Hernández Cruz y M. Vargas	***482***
IEM-13	***MODELO FÍSICO REDUCIDO DE ROMPEOLAS SUPERFICIALES PERMEABLES CON AMPLIACIÓN DE BERMA*** J. M. Ramírez C., J. R. Ruiz Y Zurvia F., L. Fragoso S.	***490***
IEM-14	***VISUALIZACIÓN DEL DRENADO DE MEDIO POROSO A NIVEL DE ESCALA DE PORO*** J. C. Vargas-Jiménez, J. L. Luviano-Ortiz, E. Ramos y G. Hernández-Cruz	***510***
IIN-00	**OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE MANUFACTURA Y MEJORAMIENTO DE PROCESOS**	
IIN-01	***DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA PRUEBAS DE FLEXIÓN*** L. A. Medina Juárez, O. Román Rosales, V.Y. Atala Campos, G. Gómez Ortiz y J. Tapia Toral	***517***
IIN-02	***ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE BLOQUES VIBRO-COMPRIMIDOS ADICIONADOS CON CASCARILLA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA*** H. Alonso-Jiménez, C. Barreto-Cabrera, E. García-Hernández, E. Carrillo-González y F. A. Evaristo-Alvarado	***527***
IIN-03	***APLICACIÓN DE 6 SIGMA A LA FABRICACIÓN DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ*** J.D. Reza Gaytán, N. Rodríguez y P.F. Pérez	***533***
IIN-04	***CELDA DIDÁCTICA PARA CONCENTRACIÓN DE MINERALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA*** F. Juárez-Herrera, A. Acevedo-Figueroa, S. Castrejón Pérez y V.A. Monreal-Domínguez	***540***
IIN-05	***DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE SEGUIMIENTO DE ALUMNOS: CASO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL SUR DEL ESTADO DE MORELOS*** D. Figuera Avila, H. A. Rodríguez, J. Casimiro Morales, E. C. Velázquez Santana, M. R. del Pilar de Gante	***550***
IIN-06	***ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE REFACCIONES, DE UNA DISTRIBUIDORA DE AUTOS*** F. Juárez Herrera, S. Castrejón Pérez, V. A. Monreal Domínguez y J. C. Rodríguez Mena	***560***
IIN-07	***IMPLEMENTACIÓN DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA. CASO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS*** M. R. del Pilar Degante, E. C. Velázquez Santana y D. Figueroa Ávila	***567***
IIN-08	***IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SEMÁFORO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD*** F. Juárez Herrera, S. Castrejón Pérez, V. A. Monreal Domínguez e I. López Escobar	***576***
IIN-09	***LA MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE PROCESOS MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLEX*** J. Mendoza Hernández, L. Ángeles Hernández, D. Domínguez Estudillo y A. Gómez	***584***

	Cárdenas	
IIN-11	***PROTOTIPO DIDÁCTICO DE UNA MÁQUINA DE ENSAYO DE TENSIÓN*** R. E. Castañeda Lozano, J. E. Ruiz Ramírez y O. Sarmiento Martínez	***593***
IIN-12	***Q.O.S. SISTEMA OPERATIVO DE CALIDAD*** J. Mendoza Hernández, L. Ángeles Hernández, D. Domínguez Estudillo y A. Gómez Cárdenas	***606***
IIN-13	***UTILIZACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS, PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE UNA CADENA DE TORTILLERÍAS*** F. Juárez Herrera, A. Acevedo Figueroa, M. A. Ramos Cornelio y K. Perales Damián	***611***
IIN-14	***ANÁLISIS DE LAS AUDITORÍAS DE SERVICIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA*** S. Castrejón Pérez, V. A. Monreal Domínguez, F. Juárez Herrera y M. F. Gutiérrez Martínez	***619***
IIN-15	***APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA EN EL ÁREA DE DIBUJO DEL ITI*** J. Hernández-Santana, M.A. Rodríguez- Mejía, J.A. Rodríguez-Telíz, e Y. Bahena-Rivera	***624***
IIN-16	***MATERIAL DIDACTICO Y CAPACITACIÓN DE METODOLOGÍA KAIZEN*** L. M. García Herrera y J. C. Kido Miranda	***630***
IIN-19	***MEJORAMIENTO DEL PROCESO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE UNA MÁQUINA INSERTADORA DE MEMBRANAS*** J. Hernández-Santana, M.A. Rodríguez- Mejía y D. Jaimes-García	***635***
IIN-20	***EFECTO DEL TRATAMIENTO QUÍMICO Y TÉRMICO SOBRE LA PROPIEDAD ELÁSTICA DE LA PIEL PARA CALZADO*** J. P. Pérez-Orozco, Z. Vargas-Galarza, R, E. García-Hernández, W. N. Hernández-Díaz y J. C. De la Cruz-Sánchez	***640***
ADM-00	**GESTIÓN EN MERCADOTECNIA, ADMINISTRACIÓN Y RECURSOS HUMANOS**	
ADM-01	***ANÁLISIS DE COSTOS DE UN SISTEMA TARIFARIO EN LA DISTRIBUCIÓN Y SANEAMIENTO DEL AGUA POTABLE EN JOJUTLA, MORELOS*** V. Gama-Nájera, O. Román-Rosales, C. Barreto Cabrera, H. Alonso Jiménez Y R. Cárdenas Valdez	***644***
ADM-02	***ANÁLISIS DE LA CONTABILIDAD GUBERNAMENTAL APLICADO AL MUNICIPIO DE IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO*** M. De los A. Bárcenas Nava, R. Marchán Lázaro, E. Trujillo Beltrán, F. Manuel Regino, y R. García Martínez	***653***
ADM-03	***CORTINA FLIES FREE*** J. Brito, A. García, J. Ortiz. E. Álvarez, K. Rodríguez y E. Pacheco	***659***
ADM-04	***COSTO SOCIAL DE LAS PYMES EN IGUALA, GUERRERO*** M. De los A. Bárcenas Nava, R. Marchán Lázaro, E. Trujillo Beltrán, R. García Martínez y F. Manuel Regino	***669***
CB-00	**OBJETOS DE APRENDIZAJE, TIC´S APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y DOCENCIA**	
CB-01	***ALGUNAS OPERACIONES CON MATRICES USANDO GEOBEBRA COMO HERRAMIENTA*** C.R. Moncada y L.A. Rodríguez	***680***
CB-02	***DISTILLATION SEQUENCES BY MARGINAL-VAPOR FLOW METHODOLOGY PROGRAMMED IN MICROSOFT EXCEL®*** Y. R. Galindo-Luna, C.V. Valdez-Morales, A. Rodríguez-Martínez, J. Ibarra-Bahena y R.J. Romero	***687***
CB-03	***GEOGEBRA PARA LA INTERPRETACIÓN Y MANEJO DE LAS TABLAS ESTADÍSTICAS MÁS UTILIZADAS EN PROBLEMAS DE DISTRIBUCIONES DE VARIABLES ALEATORIAS CONTÍNUAS*** L. Ortiz Mendieta, M.P. Valle Galván y R.S. Martínez Bustos	***693***
CB-04	***GUIÓN METODOLÓGICO PARA UTILIZAR UNA TECNOLOGÍA EMERGENTE (GEOGEBRA) EN LA PLANEACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA*** C. R. Moncada Andino, D. Ochoa Vásquez, E. López Durán, F. Espín González y A. Sandoval Jacobo	***705***
CB-05	***LA IMPORTANCIA DE PROMOVER EL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS EMBEBIDOS EN LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA***	***716***

A. C. Campos Hernández, C. G. Bustillos Gaytán y M. Menez Esquivel
SIMULACIÓN DINÁMICA DE PROBLEMAS CON VALOR INICIAL CON GEOGEBRA ***723***
M. P. Meléndez, F. A. Juárez y J. A. Ramos
APLICACIONES PRACTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE LA PROSPECTIVA. UMA EXPERIENCIA CUBANA ***736***
DRA. ANA LILIA CASTILLO COTO. MSC. GILBERTO GONZÁLES HERNÁNDEZ, MSC. YUNEISY ALONSO GARCIA
LA GESTION ENERGETICA DESDE SU PLANIFICACION, SEGUN LA ISSO 50001:2011 ***757***
J. CORREA SOTO, R. GONZALEZ ALVAREZ, M. CURBELO ***MARTINEZ***, A. DIAZ RODRIGUEZ
BRAGG FIBERS WITH LARGE AIR CORES ***768***
V. MATERJEC, I. KASIK, O. PODRASKY, M. JELINEK JR AND V. KUBECEK
TITULO: DESARROLLO DE LA GESTION DE ATENSION AL CLIENTE BASADO EM EL MODELO SERVQUAL PARA LA INDUSTRIA MARMOLERA OTAVALO ***779***
ING. M. CORONEL PINDUISACA, DOCTORA L. DIAZ GISPERT
DECIFRANDO LOS PROCESOS DE CAMBIO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL PARA LA GESTION DE RIESGOS Y CONTROLES EM SISTEMAS DE INFORMACION ***797***
M. GUERRERO JULIO, F. RUEDA CALIER
ENFOQUES DIDACTICOS AL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO INFORMATICO (COMPUTACIONAL THINKING) EM LA EDUCACION ESCOLAR USANDO LAS TECNOLOGIAS DIGITALES ***803***
M. CERNOCHOVA, T. JERABEK
LA ACTIVIDAD TURISTICA EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑAY SU INCIDENCIA EM EL DESARROLLO SOSTENIBLE. CASO MONTAÑAS DE GUAMUHAYA. CUBA ***806***
MSC. E. CABRERA ALVAREZ, PHD. L. DIAZ GISPERT, MSC. LL. PORTELA PEÑALVER
LA CALIDAD DEL EMPLEO PARA LA MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE ECUADOR ***815***
JOSE LUIS BASANTES GARCES
TITULO: MEDICION DEL CLIMA DE SEGURIDAD Y SALUD EM EL TRABAJO. VARIABLE PREDICTIVA DE INDICADORES DE SINIESTRALIDAD LABORAL. ***828***
MSC. D. PEREZ FERNANDEZ, PHD L. DIAZ GISPERT, MSC. M. CURBELO MARTINEZ AND MSC. SUAREZ SABINA
MODELO DE EVALUACION PARA LA PLANIFICACION ESTRATEGICA, BASADO EM BALANCED SCORECARD, PARA LAS INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR. CASO PRACTICO UNIVERSIDAD DE OTAVALO ECUADOR ***841***
ING. P. BALDEON EGAS, PHD. L. DIAZ GISPERT

CONFERENCIAS INVITADAS

1 **LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INTERCULTURALIDAD**
W. Sedano

2 **BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN LA WEB DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ANÁLISIS DE PROTOCOLOS VERBALES**
A. Huertas

3 **COSECHADO DE ENERGÍA (ENERGY HARVESTING), FUENTES TÉCNICAS Y APLICACIONES**
Juan Carlos Cruz Hurtado

4 **FORMACIÓN INVESTIGATIVA INICIAL: REFLEXIONES PEDAGÓGICAS Y DIDÁCTICAS**
J C. Tovar-Gálvez

5 **MODELING, PREPARATION AND TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF BRAGG FIBERS FOR DELIVERY OF HIGH POWERS AT 1060 NM**
V. Matějec, I. Kašík, O. Podrazký, J. Aubrecht, M. Frank, M. Jelínek and V. Kubeček

6 **ALTERNATIVAS EN LA FORMACIÓN AMBIENTAL DE INGENIEROS**
J. C. Tovar-Gálvez

7 **LOS MÉTODOS DE NAVEGACIÓN EN LA ROBÓTICA MÓVIL**
A. del Pozo Quintero

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC.

H. Alonso – Jíménez[1], C. Barreto - Cabrera[2], R. C. Cárdenas - Valdez[3], W. N. Díaz - Hernández[4], V. Gama – Nájera[5].

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec -– Departamento de Ingeniería Industrial, Morelos; México – halonso24@yahoo.com.mx ; [2] Instituto Tecnológico de Zacatepec -– Departamento de Ingeniería Industrial, Morelos; México – ingclaudia_barreto@itzacatepec.edu.mx ; [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec -– Departamento de Ingeniería Industrial, Morelos; México – roberto.cv@itzacatepec.edu.mx ; [4]Instituto Tecnológico de Zacatepec -– Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Morelos; México – wendyntz@hotmail.com ; [5] Instituto Tecnológico de Zacatepec -– Departamento de Ingeniería Industrial, Morelos; México – gama.najera@hotmail.com .

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen:

El Instituto Tecnológico de Zacatepec es una institución reconocida en el estado de Morelos, principalmente en la zona Sur. El presente trabajo tiene la finalidad de contribuir de manera efectiva a la conservación del medio ambiente, específicamente en el rubro de ahorro de agua potable.

En el presente proyecto de investigación se realizó primero un diagnóstico de la situación actual en el Instituto Tecnológico de Zacatepec tal como: fuentes de abastecimiento, consumos, estado de la red de distribución, cantidad de equipos de alto consumo, plan y método de riego jardines.

De acuerdo con la información recopilada del diagnóstico se proponen las acciones necesarias para reducir el consumo de agua. Las cuales fueron evaluadas mediante el análisis beneficio-costo para comparar las actividades realizadas actualmente contra las acciones propuestas derivadas del análisis, que nos brinda la información necesaria que facilite la toma de decisiones en el proceso de planeación y gestión del agua potable. De esta forma se pretende contribuir a la sustentabilidad ambiental, económica y social del agua potable en el Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Introducción.

A finales del 2011, el Instituto Tecnológico de Zacatepec obtuvo la certificación IS0 140001, Sistemas de gestión ambiental (SGA), cuyo alcance involucra a todas las actividades, procesos, productos y servicios relacionados con el Proceso Educativo. En el SGA, se ha establecido en la política ambiental el uso racional de recursos, entre los que se encuentra el agua.

Sin embargo, a la fecha no se han implementado estrategias de reducción de agua, tampoco se ha determinado el costo que implicaría lograr dichas reducciones y no se cuenta con información para determinar si realmente pueden lograrse los porcentajes meta establecidos **[1]**.

El Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) es una Institución educativa con más de 50 años de antigüedad, actualmente cuenta con una matrícula de 4644 estudiantes y 432 trabajadores que, de lunes a viernes, se encuentran en las instalaciones del Instituto desde las 6:00 hasta las 20:00 horas. Durante este periodo de tiempo, se hace uso de varios recursos entre los que se encuentra el

agua potable para diversas actividades. En los últimos años, esta población ha ido en aumento y las necesidades de los recursos también.

En la actualidad el ITZ consta de 17 edificios, los cuales cuentan con sanitarios, laboratorios y talleres; existen dos cafeterías, una piscina de 25 m x 12.5 m x 1.5 m (ocupa 468 m^3 de agua), así como grandes extensiones de jardines (incluyendo dos campos de futbol empastadas) que a diario son regados.

El agua potable es usada en grandes cantidades y se distribuye a través de una red hidráulica con algunos tramos con varios años de antigüedad (20 – 25 años) y con cierto deterioro por el uso y desgaste normal. No existe equipo ahorrador de agua potable, ni tampoco una programación adecuada para el riego de jardines, de acuerdo a los registro existentes se supone existe un consumo de agua potable per cápita por usuarios al día de 112.60 litros.

Sección Experimental.

Las etapas que se aplicaron en esta investigación, las podemos observar en la figura 1.

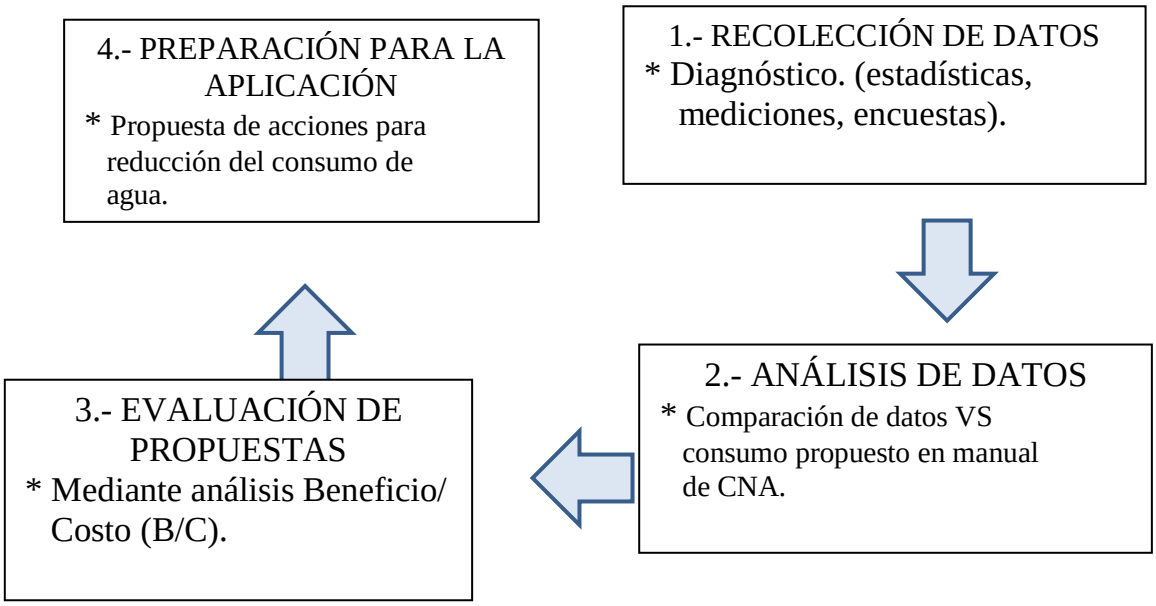


Figura 1.- Etapas de la metodología a realizar.

A continuación de describe cada una de las etapas realizadas:

1. Recolección de datos.- En esta etapa se identificó la situación actual tal como: los consumos, infraestructura, equipo de alto consumo, etcétera. Para cumplir con la recolección de datos se realizaron encuestas a alumnos y personal del tecnológico y se pidió consumo estadístico de agua a la oficina de mantenimiento.

2. Análisis de datos.- El análisis consistió en comparar los datos obtenidos con lo establecido en el Manual de de agua potable, alcantarillado y saneamiento vigente., además se clasificó el uso del agua en el Tecnológico y se observaron aquellas áreas o edificios con el mayor consumo de agua.

3. Evaluación de propuestas.- Se determinó la viabilidad económica para realizar las propuestas de mejora, utilizando el análisis Beneficio/Costo para cada propuesta de mejora manifestada.

4. Preparación para la aplicación.- Se presentarán las propuestas, así como el reporte detallado de la investigación a la administración del ITZ para que tome la decisión y lleve a cabo las acciones que considere pertinentes para la reducción del consumo del agua. **[2]**.

Resultados y Discusión.

Identificación ~~de~~ del área de estudio en el proyecto.

A continuación se muestra plano de las instalaciones, se identificó el área que abastece la red municipal y las demás áreas que abastece el pozo.

En la figura 2 se muestran en recuadro amarillo, los edificios que fueron excluidos del estudio debido a que estos son abastecidos por una toma de agua proveniente del municipio, dichos edificios son los edificios: C (salones de electromecánica), N (edificio económico – administrativo) y M (Dirección y oficinas administrativas).

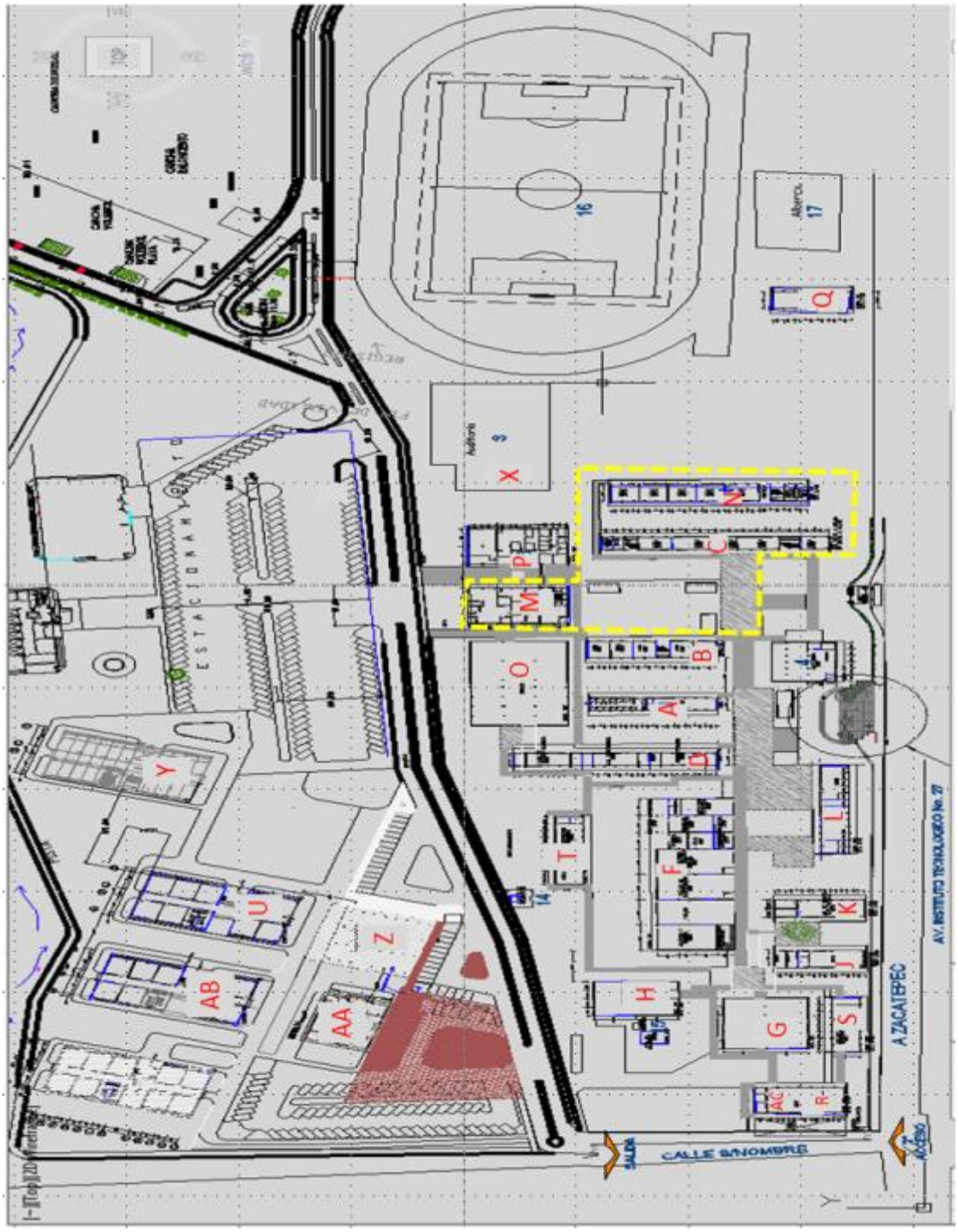


Figura 2.- Plano del Tecnológico, área que abastece la toma de agua municipal.

Nomenclatura de Edificios:

A.- Departamento de Ciencias Básicas.	**G.-** Laboratorio de Electromecánica.	**M.-** Dirección, recursos humanos, varios.	**S.-** División de posgrado e investigación.	**Z.-** Centro de cómputo.
B.- Salones de Ing. Industrial.	**H.-** Laboratorio pesado.	**N.-** Departamento económico – administrativo.	**T.-** Laboratorio de posgrado, CAU.	**AA.-** Laboratorio de bioquímica.
C.- Salones de Electromecánica.	**K.-** Laboratorio de química analítica.	**O.-** Centro de información.	**U.-** Departamento de sistemas.	**AB.-** Departamento química – bioquímica.
D.- Departamento Electromecánica.	**J.-** Laboratorio de física.	**P.-** Servicios escolares, división de estudios profesionales.	**X.-** Actividades extraescolares.	**AC.-** Centro Pymes.
F.- Servicios Materiales, talleres varios.	**L.-** Departamento de Ing. Industrial.	**R.-** Laboratorio civil.	**Y.-** Departamento civil.	

Inventario físico de la infraestructura.

Se realizó el inventario de equipo e instalaciones donde se emplea el agua, determinándose las cantidades de: lavabos, mingitorios, sanitarios, tomas de agua para riego, tomas de agua en laboratorios, capacidad de la alberca, salones, oficinas, cantidad y capacidad de tinacos - cisternas. Lo cual se encuentra resumido en la tabla 1.

Tabla 1.- Inventario físico de equipo e instalaciones

CANTIDAD DE EDIFICIOS	Sanitarios	Mingitorios		Lavabos		Cisterna o tanque elevado (l)
	Normal 10 l /desc.	Normal 4 l/desc.	Ahorrador 0 l /desc.	Normal 10 l / min	Ahorrador 8 l / min	
10	**143**	**42**	**10**	**80**	**3**	**199, 000**

Consumo de agua en instalaciones sanitarias.

Como la institución no cuenta y no se tenían recursos suficientes para adquirir e instalar el equipo de medición de consumo dentro las instalaciones. Se elaboró y aplicó una encuesta para determinar el consumo de agua en toda la comunidad, la cual abarcó alumnos y trabajadores del instituto.
Una vez realizadas y analizados los datos resultantes de las encuestas, serán comparados por las cantidades establecidas en el Manual de de agua potable, alcantarillado y saneamiento vigente **[3]**.

Tabla 2.- Resultados obtenidos mediante encuestas y comparación de consumo recomendado por el manual de CNA.

CARRERAS	CANTIDAD DE ALUMNOS	Consumo diario en litros		DIFERENCIA (l)
		ENCUESTAS	MANUAL CNA	
TODAS	**4881**	**143 347**	**122 025**	**21 332**

- ✓ Como podemos observar en la tabla 2; el consumo de agua de acuerdo a la encuesta realizada para las actividades de uso de sanitarios, mingitorio y lavado de manos a los alumnos, se observa que están gastando un 14% más de agua de lo recomendado por el Manual CNA.
  Lo cual nos da la pauta para seguir el análisis y una vez recopilada y analizada la información sobre el consumo de agua, determinar las acciones que serían necesarias para reducir el consumo de agua en el instituto.

Consumo de agua para riego de jardines.

Tabla 3.- Comparación del consumo de agua en áreas verdes contra especificaciones del manual de CNA.

ÁREA VERDE	SUPERFICIE m^2	CONSUMO DIARIO		DIFERENCIA
		OBSERVADO (l/s)	Manual CNA (a)	
1 .- Laboratorio Bioquímica	1110.352	1.333 (3 h) 14 399.64 l	5 551.76 l	+ 8 847.88 l
2.- Pymes, Laboratorio Civil	1033.445	0.667 (4 h) 9 600.48 l	5 167.23 l	+ 4 433.25 l
3.- Posgrado y Laboratorio Electromecánico.	829.8	1.253 (4 h) 18 043.20 l	4 149.15 l	+ 13 894.05 l
4.- Servicios generales, taller de producción, Laboratorio de invest. aplicada y electrónica.	2308.84	0.907 (4 h) 13 068.00 l	7 136.41 l	+ 5 931.59 l
5.- Danza, Mantenimiento, Cesa, Editorial, Depto. Electromecánica y Lab. química.	590.34	1.626 (2.5 h) 14 634.00 l	2 951.70 l	+ 11 682.30 l
6.- Edif. u, centro Computo, Edif. Y y Camellon de entrada.	4495.11	1.2859 (10 h) 46 292.40 l	22 475.55 l	+ 23 816.85 l
7.- Camellones de Estacionamiento.	963.7	0.899 (2 h) 6 472.80 l	4 818.50 l	+ 1 654.3 l

8.- Atrás Sala de Conferencias, Depto. Básicas.	626.33	1.545 (2 h) 11 124.00 l	3 131.50 l	+ 7 992.50 l
9.- Atrás Edificio B.	620.35	0.281 (4 h) 4 044.96 l	3 101.75 l	+ 962.65 l
10.- Cafetería de Alumnos y Edif. C.	770.09	0.923 (3 h) 9 977.04 l	3 850.45 l	+ 6 126.59 l
11.- Explanada principal Y Centro de Información.	1340.41	1.762 (4 h) 25 374.24 l	6 702.05 l	+ 18 672.19 l
12.- Auditorio y Servicios Escolares.	909.64	0.361 (5 h) 6 498.00 l	4 548.20 l	+ 1 949.80 l
13.- Edificio N.	1660.45	1.316 (4 h) 18 947.52 l	8 302.25 l	+ 10 645.27 l
14.- Cancha y Vestidores.	11139.81	0.611 (26 h) 57 189.60 l	55, 699.05 l	+ 1 490.55 l
TOTALES	**28,368.97**	**255,643.20 l**	**137,585.60 l**	**+ 118,069.86 l**

(a) Se considera 5 l/m^2/día

Los datos fueron calculados midiendo el flujo (m^3/s) de cada una de las tomas de agua de las zonas especificadas y el tiempo observado promedio que estas salidas de agua se encuentran abiertas para regar estas zonas.

Como podemos observar en la tabla 3; en canchas y vestidores, así como edificios U, Y Z se gasta 46% más lo recomendado por la CNA. Esto es importante para realizar las propuestas de mejora del consumo de agua.

Consumo de agua en cafeterías.

Para complementar la información, se observó el consumo de agua en cafeterías, así como el consumo en el aseo de edificios (oficinas-salones) y sanitarios.

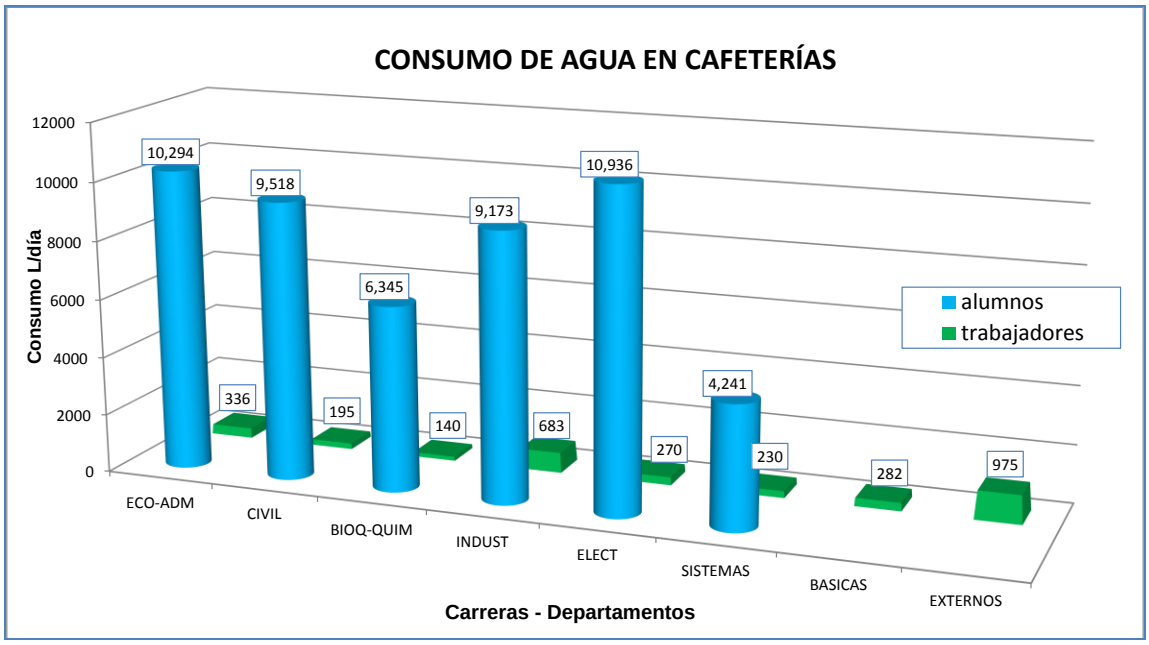


Figura 3.- Consumo diario de agua, en las cafeterías.

La figura 3, nos muestra que el mayor consumo es realizado por los alumnos, ya que son mayor cantidad, sin embargo algunas áreas de los alumnos como sistemas, prefieren traer comida o comer fuera del instituto, lo cual fue descrito en las encuestas realizadas.

Consumo de agua en aseo de edificios y baños.

En la figura 4, se muestran el consumo de agua por aseo de salones, oficinas y baños día con día. Además se puede observar que el mayor consumo de agua de aseo de salones son los edificios Y, U, AB y O; de oficinas los edificios P, L y F y en baños edificios Y, U y AB, siendo esto necesario para cubrir las necesidades fisiológicas del personal y alumnos y evitar enfermedades.

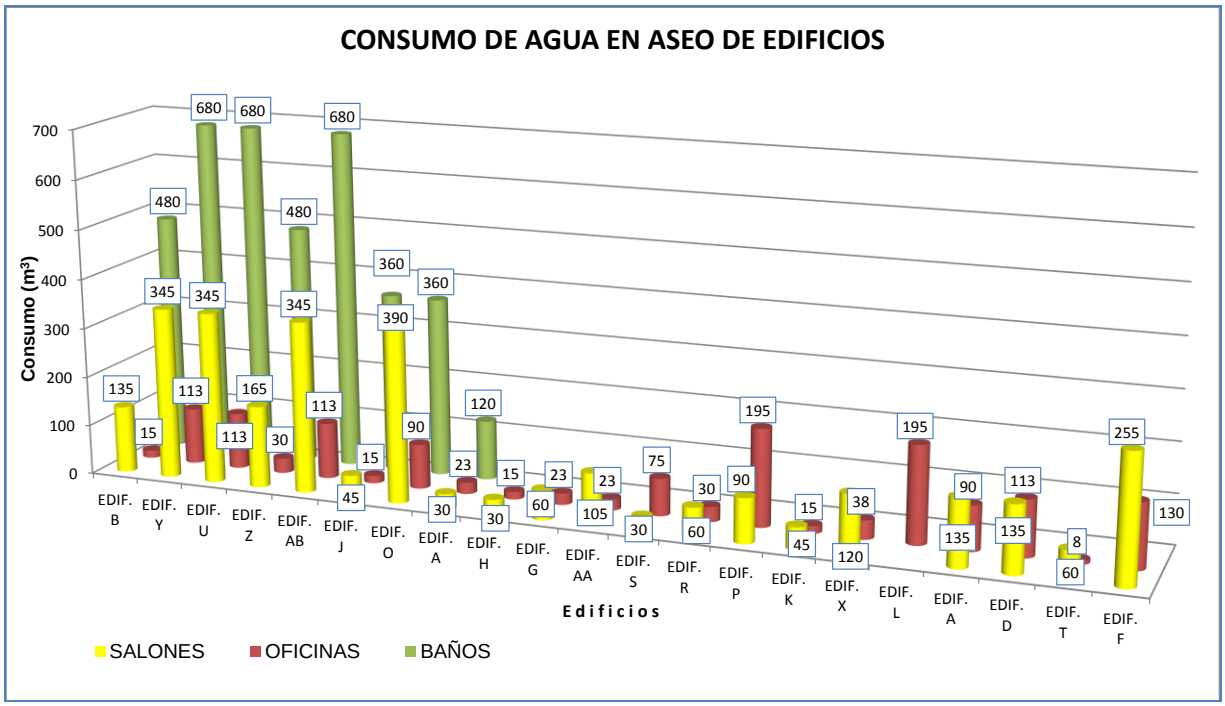


Figura 4.- Consumo de agua en aseo de salones, oficinas y baños.

Consumo de agua en el Instituto Tecnológico de Zacatepec.

En la figura 5 se muestra el consumo total de agua, de acuerdo a las diferentes variables o actividades observadas.

En dicha figura resalta el consumo de agua en riego y WC - mingitorios sumando entre ambos el 89.38% del consumo total. Por lo cual será de vital importancia realizar acciones para la reducción de estos consumos.

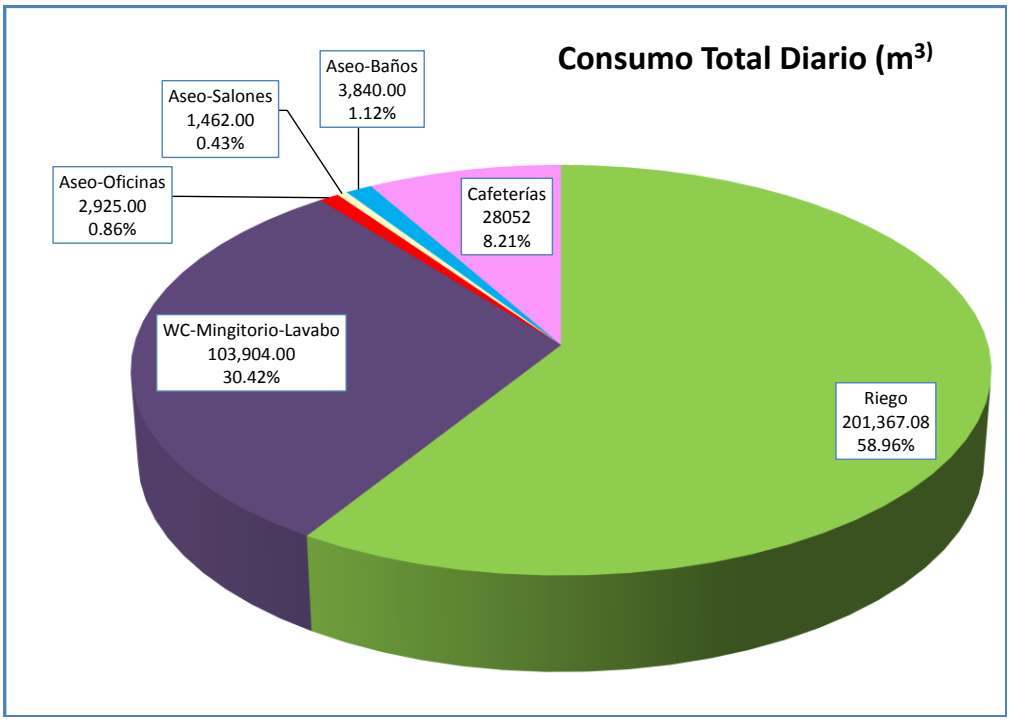


Figura 5. Consumo de agua en el ITZ.

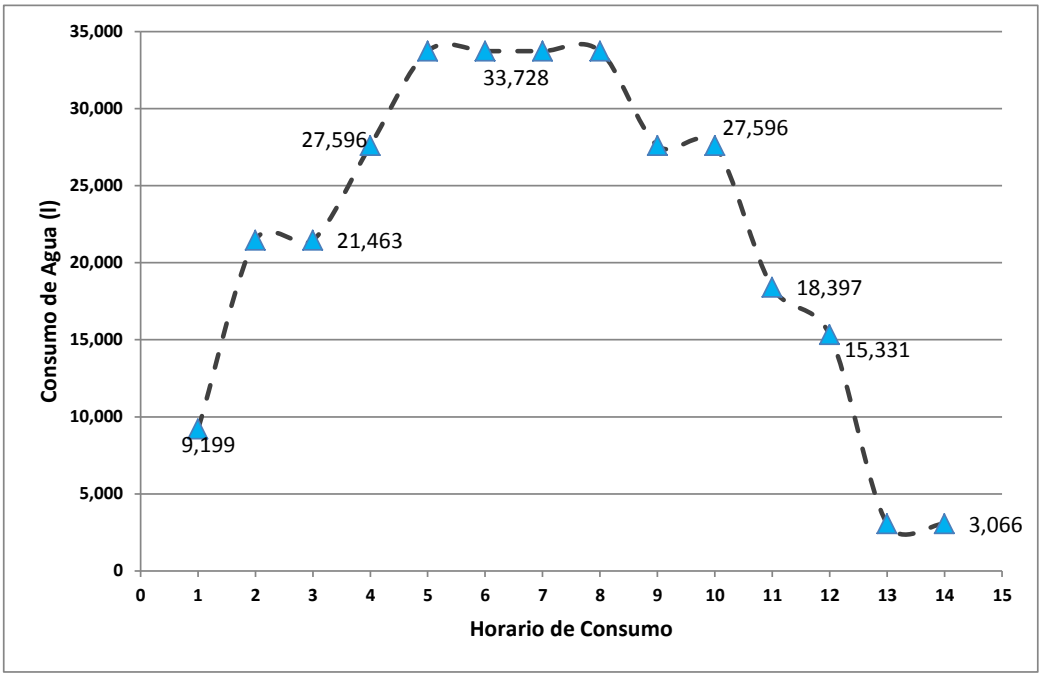


Figura 6.- Comportamiento del consumo de agua, en el horario de labores.

En la figura 6 nos indica que las horas de mayor consumo son de las 10:00 a 14:00 horas, debido a que en este horario se realiza el riego de las áreas verdes y

hay una gran afluencia de estudiantes, que ocupan las instalaciones sanitarias y cafeterías.

- Como se observa en la figura 5, los consumos de riego en áreas verdes y sanitarios están generando el mayor gasto en nuestra institución, 89.38 % del total.

Por lo cual se realiza un análisis económico de:

A. Propuesta de cambio de sanitarios, mingitorios y llaves lavamanos actual, por uno que sea ahorrador.
B. Propuesta de riego con sistema automático mediante aspersores.

A continuación de describen ambas propuestas.

Propuesta de cambio de sanitarios, mingitorios y lavamanos actual, por uno que sea ahorrador.

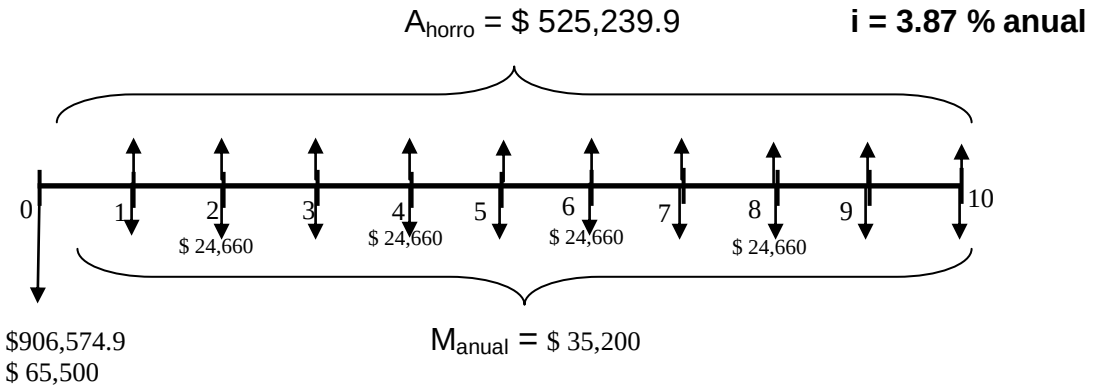
En la actualidad consume 103,220.8 l /día, con el reemplazo el consumo sería de 54,360 l /día. El costo promedio del agua es de $ 65.00 / m^3. A continuación en la tabla 4 se describen las características y costos del equipo ahorrador **[4].**

Tabla 4.- Características del equipo ahorrador propuesto.

Descripción	Sanitario (4.8 l) con fluxómetro Vida útil, 5 años	Mingitorio (2.5 l) con fluxómetro Vida útil, 5 años	Mezcladoras (5 l/min) Vida útil, 5 años	Costo total
Costo, equipo.	$ 5,974.00	$ 6,350.73	$ 1,780.00	$ 906,574.90
Cambio, mano de obra	$ 550	$ 350	$ 150	$ 65,500.00
Mantenimiento, M.O. Cada 6 meses.	$ 100	$ 70	$ 70	$ 35,200.00 anual
Mantenimiento, Material. Cada 2 años.	$ 90	$ 175	$ 150	$ 24,660.00
Consumo, diario m^3.	103,220.8 l			
Costo m^3 / mes, $ 65.	$ 134,187			

A continuación se realiza el análisis Beneficio-Costo (B/C), de acuerdo a los datos recabados de los consumos actuales y los esperados con el equipo ahorrador. El interés fue calculado promediando el porcentaje de inflación reportado por el Banco de México [**5**].

El diagrama de flujo de efectivo ocupando el sistema ahorrador seria:



B/C = $VP_{beneficios}$ / VP_{costos} = $ 4,287,690.87 / $ 1,341,301.66 = 3.19
Como el valor B/C $\geq$1.0, es recomendable realizar el cambio de equipo sanitario actual, por equipo ahorrador.

$VP_{beneficios}$ = 525,239.90 (P/A, 3.87%, 10) = 525,239.90 (8.1633) = $ 4,287,690.87

VP_{costos}= 906574.9 + 65550 + 35200 (P/A, 3.87%, 10) + 24660 (P/F, 3.87%,2) + 24660 (P/F,3.87%,4) + 24660 (P/F, 3.87%,6) + 24660 (P/F, 3.87%,8)
= 906574.9 + 65500 + 35200 (8.1633) + 24660 (0.9269) + 24660 (0.8591) + 24660 (0.7963) + 24660 (0.7380) = $ 1,341,301.66

Nota: Con el ahorro de agua diario, se pueden abastecer 85 casas habitación, de acuerdo a los consumos recomendados por CNA; 230 l/persona y en promedio por casas hay 3.7 habitantes.

Propuesta de riego con sistema automático, mediante aspersores.

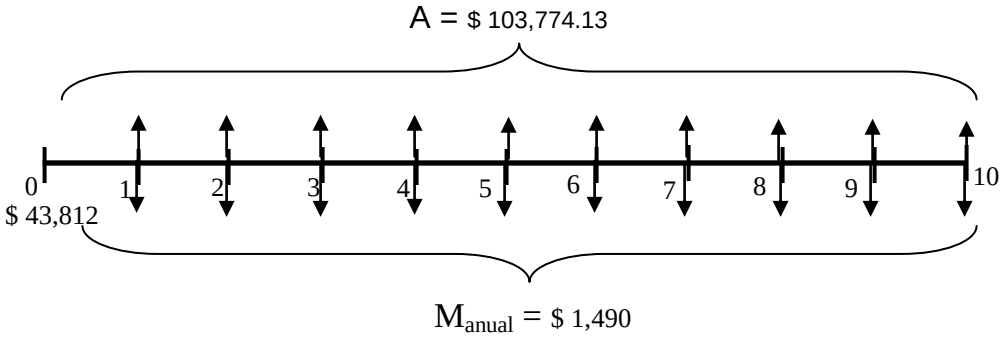
Para esta propuesta fue tomado en cuenta los metros cuadrados y el consumo, por esta razón se analiza del área verde frente al edificio “U”, en la cual en actualidad el riego se realiza a mano con manguera y consume 17,729.18 l / día, y con el sistema de Riego sería de 8,606.4 l /día. El costo promedio del agua es de $ 65.00 / m^3.
A continuación en la tabla 5 se describen las características y costos del sistema de automático de riego.

Tabla 5.- Características del sistema de riego propuesto.

Descripción	Riego automático por aspersión (4.8 l) Vida útil, 5 años
Costo (material y equipo)	$ 29, 812.00
Mano de obra (Instalación y pruebas)	$ 14,000.00
Mantenimiento, Cada 1 año. (5% costo)	$ 1,490.00
Consumo, diario m^3.	8.61
Costo m^3 / mes, $ 65.	$ 559.65

A continuación se realiza la comparación del riego actual y el sistema de riego, mediante el análisis Beneficio-Costo (B/C), de acuerdo a los datos antes descritos, así como los costos del sistema de riego **[6]**.

El diagrama de flujo de efectivo quedaría de la siguiente manera:



B/C = $VP_{beneficios}$ / VP_{costos} = $ 103,774.13 / $ 6,856.97 = 15.13

Como B/C $\geq$1.0, es recomendable instalar el sistema de riego por aspersión automático en esta área.

$VP_{beneficios}$ = 1,478,849.08 (A/P, 3.87 %, 10) = 1,478,849.08 (0.1225) = $ 298,694.97

VP_{costos}= 43,812 (A/P, 3.87 %, 10) + 1,490 = 5,366.97 + 1,490 = $ 6,856.97

Nota: Con el ahorro de agua diario, se pueden abastecer 10 casas habitación, de acuerdo a los consumos recomendados por CNA; 230 L/persona y en promedio por casas hay 3.7 habitantes.

Conclusiones.

- Se identificaron las actividades que nos afectan el consumo; cisternas, red hidráulica, consumo en sanitarios, riego de áreas verdes, cafeterías, aseo y limpieza de alberca.
  En cada actividad se identificaron las variables que afectan el consumo siendo estas:
  a) En los sanitarios; las variables que afectan son, la frecuencia de uso o utilización, la cantidad de personas, el horario del personal y el consumo por mueble (sanitario, mingitorio o lavabo).
  b) En riego de áreas verdes; las variables que afectan son, la frecuencia de riego, tiempo de riego y el flujo de llave donde conectan la manguera.
  c) En cafeterías; las variables que afectan son, la cantidad de personas, hora de comida, frecuencia de comida y el consumo promedio de agua por comida (preparación y limpieza).
  d) En aseo: las variables que afectan son, cantidad de espacios (oficinas, salones o sanitarios), frecuencia de aseo y consumo por espacio.
  e) Y en limpieza de alberca; las variables que afectan son, la frecuencia de limpieza y el porcentaje de cambio de agua.

Lo anterior se obtuvo de la observación del consumo, siendo el mayor consumo generado por el riego en áreas verdes y utilización de sanitarios (sanitarios, mingitorios y lavabos). Por lo cual las mejoras son orientadas a la disminución del consumo de riego de áreas verdes y sanitarios.

De acuerdo al análisis B/C realizado, se proponen las siguientes mejoras:

- Se debe realizar cambio de sanitarios, mingitorios y llaves de lavabos actuales, por equipos nuevos de bajo consumo de agua.
  En el análisis B/C se consideró el cambio de los equipos de una vez, sin embargo podría hacerse el reemplazo de manera escalonada (cada 2 años), para que la inversión inicial no sea tan grande.

- Se debe realizar el riego de áreas verdes de manera automatizada mediante aspersores. Pero se propone esto sea realizado en las áreas verdes de mayor consumo promedio tales como; la del edificio F-D, G-S, M-O y A.
  En estas áreas verdes se presenta un consumo del entre 17.76 y 24.79 l/m^3, y en consumo establecido en el manual de la CNA es de 5 l/m^3.

Recomendaciones

- Se deben instalar medidores de flujo en edificios, cafeterías e instalaciones donde se consuma agua, llevar un mejor control del consumo y detectar áreas con mayor consumo y poder determinar las acciones a realizar para disminuir el consumo de agua en ellas.
- Por último para complementar esta investigación podría realizarse la simulación del consumo mediante algún software tal como; PROMODEL, GPSS, ARENA e los comerciales o más especializados como PIPEPHASE, PIPESIM, TGNET, TLNET por mencionar algunos.

Agradecimientos.

A la administración del Instituto Tecnológico de Zacatepec por la información y datos proporcionados, en especial a la oficina de mantenimiento.

Referencias.

[1] Manual del Sistema de Gestión Ambiental. Rev. 0, 2011.
[2] Walski Thomas, Chase Donald, Savic Dragan. Water distribution modeling. U.S.A. Haestad press. 1a. edición.
[3] Molinero Luis R.. Construcción de modelos de regresión multivariantes. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión, 2002.
[4] Helvex S.A. de C.V. Catalogo electrónico. www.helvex.com.mx, consultado 02 junio 2014.
[5] Banco de México. Inflación: Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) y el Índice Nacional de precios al productor (INPP). www.banxico.org.mx/portal-inflacion/index.html. Consultado el 17 junio del 2014.
[6] ASPERSA, bombas y riegos automáticos. Oficina de diseño, Ing. Francisco Arias Velasco, cotización 07 noviembre 2014.

APLICACION DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN MANGOS ATAULFO OBTENIDOS A PARTIR DE EMULSIONES ESTABILIZADAS CON GOMA DE MEZQUITE-QUTOSANO

Milton Emmanuel Arzate Urieta [1], Emiliano Israel Dorantes Rivera [1], Mariana Cruz Díaz[1], Cinthya Rubi Toledo Avila[1], Leonor Zavaleta Avejar[1], Juan Pablo Pérez Orozco[1]

[1]*Instituto Tecnologico de Zacatepec (ITZ)*
ibq.dorantes@gmail.com

***Área de participación**: Bioprocesos y desarrollo sustentable*

Resumen – En este trabajo se formularon emulsiones aceite en agua con goma de mezquite-quitosano (peso molecular bajo y peso molecular medio) , y diferentes composiciones de fase oleosa (aceite de canola, aceite de linaza y cera de abeja), a partir de las cuales se elaboraron recubrimientos comestibles, ya que la utilización de estos pueden mejorar las propiedades mecánicas del alimento. La resultados de las aplicaciones en frutos (mangos Ataulfo) muestran que los recubrimientos reducen la pérdida de peso, disminuyen el deterioro y retardan la maduración en los mangos Ataulfo; sin embargo, en los frutos cuyos recubrimientos se obtuvieron con las formulaciones que contenían una mayor contenido de cera de abeja presentaron una ligera maduración ácida.

Introducción.

En los últimos, años se ha incrementado el interés por el desarrollo y utilización de películas o recubrimientos comestibles para mejorar la calidad, mediante la restricción de pérdida de humedad, oxigeno, sabores y aromas [1]. La tendencia actual para la obtención de películas comestibles contempla el uso combinado de biopolímeros (proteínas y polisacáridos), los cuales presentan una limitada transferencia de gases y lípidos o resinas que presentan una barrera al vapor de agua. Una forma de combinar estos biopolímeros es mediante la tecnología de emulsiones, las cual resulta de gran interés por su potencial porque se pueden incorporar otros componentes como agentes microbianos, antioxidantes, aromas, entre otros [2,3]

Se ha reportado que algunos hidrocoloides presentan actividad superficial, y pueden ser usados como agentes emulsionantes y estabilizantes al mismo tiempo. Tal es el caso de la goma arábiga y goma de mesquite, debido a que poseen una parte proteica en su estructura [4,5]. El uso de películas y cubiertas de quitosano en vegetales constituye un método alternativo para su conservación y contribuye, además, a minimizar la contaminación ambiental debida a los desechos generados por el empleo de envases no biodegradables y el vertimiento a los mares de los desechos de la industria de mariscos [6,7].. La quitosano produce películas fuertes, flexibles, transparentes y resistentes a las grasas y aceites, son ligeramente amarillas, con un oscurecimiento en cuanto aumenta el espesor y

buenas barreras al oxígeno. Además, estas cubiertas tienen ventajas adicionales debido a que son antifúngicas y antimicrobianas [8,9]

La necesidad de prolongar la vida de anaquel de los alimentos, sin que estos pierdan sus propiedades nutricionales, sensoriales y sanidad supone un importante desafío que hace pensar que la películas y recubrimientos comestibles con bases emulsificantes y quitosano son una excelente alternativa. En los últimos años la variedad de mango Ataulfo ha tenido gran aceptación en el mercado nacional y su volumen de exportación se ha incrementado, debido a sus características sensoriales. Se exporta a Estados Unidos, Canadá, España, Suiza y Francia. Por ende, el objetivo del presente trabajo fue aplicar recubrimientos en mangos Ataulfos obtenidos a partir de emulsiones estabilizadas con goma de mezquite y quitosano, y evaluar el efecto del peso molecular del quitosano y composición de la fase oleosa sobre la pérdida de peso.

Sección Experimental

Materiales.

Goma de mezquite (GM) (*Prosopis laevigata*) recolectada en forma de lágrima en el estado de San Luis Potosí y purificada según Vernon-Carter y col. [10]. *Quitosano* de peso molecular medio (Qm) y bajo (Qb) con grado de desacetilación de 75% y viscosidad de 286 cps (1%, 1% ácido acético), fue comprado a Sigma-Aldrich Química, S.A. de C.V. (Toluca, Edo. Méx.). *Proteína de Soya (PS)* adquirida en Sigma-Aldrich Quimica, S.A de C.V. (Toluca, Edo. Mex.). *Aceite de linaza y cera de abeja,* adquiridos en Droguería Cosmopolitana, S.A. de C.V. (México, D.F.). *Aceite de Canola*, proporcionado por Unilever de México S.A. de C.V. Tultitlán, Edo. Mex. *Acido acético y glicerol,* comprados en J.T. Baker, S.A. de C.V. (Xalostoc, Edo. Mex.). *Agua destilada* con una tensión superficial de 72 ± 0.4 mN m^{-1} en 25 °C.

Métodos.

Se formularon emulsiones aceite en agua (O/W) con una fracción de fase dispersa de 0.2. La concentración de biopolímeros en la fase acuosa fue de 10%GM-0.4% Q, utilizando quitosano de peso molecular medio o bajo, 1% de Glicerol como agente plastificante, 1% de ácido acético. Como fase oleosa se utilizó aceite de linaza, aceite de canola y cera de abeja de acuerdo a formulación presentada en la tabla 1.

Tabla 1.-Composición de la fase oleosa de las formulaciones O/W.

ETIQUETA	*COMPOSICION DE LA FASE OLEOSA*
F1Qb , F1Qm	*Aceite de Canola*
F2Qb, F2 Qm	*Aceite de Linaza*
F3Qb, F3 Qm	*Aceite de Canola con 2% de Cera de Abeja*
F4Qb, F4 Qm	*Aceite de Linaza con 2% de Cera de Abeja*
F5Qb, F5 Qm	*Aceite de Canola con 10% de Cera de Abeja*
F6Qb, F6 Qm	*Aceite de Linaza con 10% de Cera de Abeja*

Las emulsiones fueron homogenizadas en un equipo Biohomogenizer M133/1281-0 a 10000 rpm durante 10 minutos.

Se aplicaron las formulaciones a los mangos Ataulfos en réplicas de 3, mediante el método de "*Casting"* em forma manual utilizando una brocha, se midió la pérdida de peso en función del tiempo de almacenamiento durante un periodo de 14 días; se evaluaron a los 5 y 14 las propiedades organolépticas (olor, textura, apariencia y sabor), esfuerzo de penetración.

Resultados y Discusión.

En la figura 1 y 2 se muestra la pérdida de peso de los mangos Ataulfo recubiertos con las diferentes formulaciones. La pérdida de peso de los frutos recubiertos se ajustó al modelo de primer orden

$$\frac{dM}{dt} = -kM$$

donde M es la pérdida de peso adimencional (peso en el tiempo/peso inicial), k es la pérdida de peso específica (h^{-1}) en el instante tiempo t (h). Los valores de los parámetros del ajuste se reportan en la tabla 2.

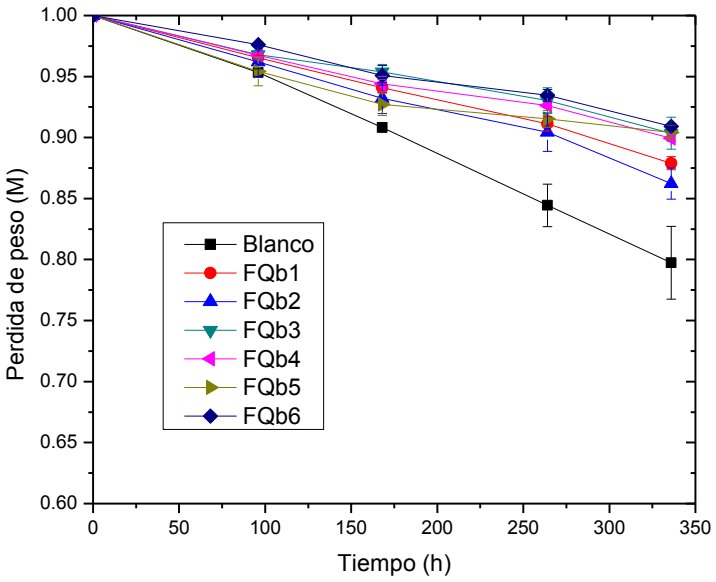


Figura 1. Cinéticas de pérdida de peso de los mangos Ataulfo. Formulaciones con quitosano de peso molecular bajo.

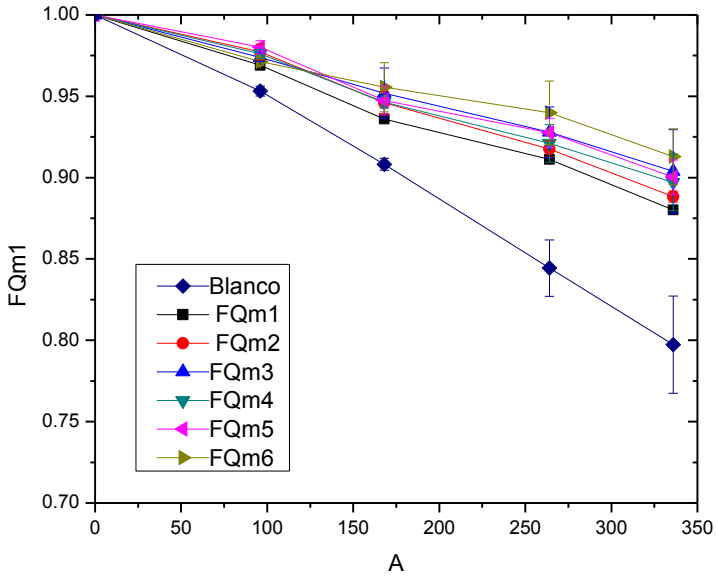


Figura 2. Cinéticas de pérdida de peso de los mangos Ataulfo. Formulaciones con quitosano de peso molecular medio.

Tabla 2. Constante específica de pérdida de peso en los mangos Ataulfos recubiertos con las diferentes formulaciones.

Formulación con Qm	**Constante específica de pérdida de peso K (h^{-1}) X10^4**	**Formulación con Qb**	**Constante específica de pérdida de peso K (h^{-1}) X10^4**
BLANCO	-5.766±0.057[a]	BLANCO	-5.766±0.057[a]
FQm1	-3.655±0.101[b]	FQb1	-3.833±0.362[b,c,d,e]
FQm2	-3.098±0.101[c,d]	FQb2	-4.166±0.060[b]
FQm3	-2.892±0.013[c,e]	FQb3	-3.236±0.134[c,d,e]
FQm4	-3.209±0.059[d]	FQb4	-3.146±0.021[b,c]
FQm5	-2.605±0.033[e]	FQb5	-3.687±0.055d
FQm6	-3.686±0.021[f]	FQb6	-3.226±0.089[e]

Los recubrimientos aplicados a los mangos Ataulfos permitó su conservación por más tiempo (11 días) de sus propiedades organolépticas, y reducir la pérdida de peso del fruto en comparación con los mangos control (blancos) que presentaban

un mayor deterioro en dicho tiempo; sin embargo, en los frutos cuyos recubrimientos se obtuvieron con las formulaciones que contenían cera de abeja presentaron una ligera maduración ácida.

Conclusiones

Las emulsiones formuladas con biopolimeros como la goma de mezquite y quitosano de peso molecular bajo, peso molecular medio y diferentes materiales hidrofóbicos (aceite de canola, aceite de linaza, cera de abeja) generaron emulsiones estables y homogéneas, que permitieron obtener recubrimientos con una microestructura adecuada para funcionar como una barrera física a la difusión de vapor de agua y aumentar la vida útil en fresco de mangos Ataulfos retardando la maduración de estos en comparación con los blancos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el apoyo al proyecto 5223.14-P.

Referencias

[1] M.B. Vasconez, S.K. Flores, C.A. Campos, J. Alvarado, L.N. Gerschenson, Food Res.Int. 42 (2009) 762–769.
[2] O. Catarina, C.A. Ferreira, N.I. Delgadillo, J.A. Lopes-da-Silva, Food Res. Int. 42 (2009) 807–813.
[3] 13. Espinosa-Andrews, H., Lobato-Calleros, C., Loeza-Corte, J.M., Beristain, C.I., Rodríguez-Huezo, M.E., y Vernon-Carter, E.J. Revista Mexicana de Ingeniería Química, (2008). 7, 3: 293-298
[4] Pérez-Orozco JP, Barrios-Salgado, E Román-Guerrero, A, Pedroza-Islas R. Revista Mexicana de Ingeniería Química, (2011) 10, 3: 487-499.
[5] C.N. Cutter, Meat Sci. 74 (2006) 131–142.
[6] M. Vargas, A. Albors, A. Chiralt, C. Gonzalez-Martınez, Food Hydrocoll. 23 (2009) 536–547.
[7] S.Y. Park, K.S. Marsh, J.W. Rhim, J. Food Sci. 67 (2002) 194–197.
[8] Y.X. Xu, K.M. Kim, M.A. Hanna, D. Nag, Ind. Crop. Prod. 21 (2005) 185–192.
[9] S. Haider, S.-Y. Park, S.-H. Lee, Soft Matter 4 (2008) 485–492.
[10]Vernon-Carter, E. J.; Pedroza-Islas, R., y Beristain, C. I. (2000) En G. Doxastakis y V. Kiosseoglou (Eds.), Novel Macromolecules in Food Systems Amsterdam: Elsevier 217–238.

CALCULO DE ÁREA Y EFICIENCIA DE UN CALENTADOR SOLAR

F. X. Camilo Flores[1], S. I. Balderas Aguilar[2], A. E. Díaz Dominguez[3], A. Carmona Nuñez[3], A. Díaz Villegas[3].

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Estudiante de la Ingeniería Electromecánica; stain_1000@live.com.mx,
[2] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Estudiante de la Ingeniería Bioquímica.
[3] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias Básicas.
Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780

Área de participación*: *Bioprocesos y desarrollo sustentable

Resumen. Los colectores solares son dispositivos diseñados para captar la radiación solar, transformarla en energía térmica y así elevar la temperatura de un fluido y poder ser captada en un depósito para ser usado en distintas áreas.

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan brevemente las formulaciones acerca de la teoría de calentadores solares de agua que describen los fenómenos físicos que se producen en el aprovechamiento de la energía solar [2].

La energía solar hoy en día está cobrando vital importancia en el mundo, pues la búsqueda de fuentes de energía que no contaminen ha hecho que se tome en cuenta para producir energía limpia y de carácter renovable, durante la realización de diversos dispositivos varios investigadores han buscado captar la energía solar para producir desde energía eléctrica hasta energía calorífica, es por eso que este proyecto busca de una manera fácil que cualquier persona con un poco de conocimientos y a un bajo costo pueda aprovechar la energía que genera el sol mediante un colector solar, el cual podrá ser ocupado para calentar agua y demás propósitos de carácter doméstico.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Los colectores solares son dispositivos diseñados para captar la radiación solar, transformarla en energía térmica y así elevar la temperatura de un fluido y poder ser captada en un depósito para diferentes fines. Esto nos facilita, por ejemplo, calentar agua para su posterior aprovechamiento a nivel doméstico o comercial. En función de la temperatura que puede alcanzar el fluido, los podemos dividir en dos Grandes grupos:

- Los de concentración: son aquellos que necesitan enfocar la energía dispersa para llegar a temperaturas superiores a los 100- 150º C.
- Los colectores planos: son dispositivos más simples que nos permiten obtener energía calórica de baja temperatura (inferior a 100º C).

2.1 Normas mexicanas definiciones y terminología

2.1.1Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de Prueba y Etiquetado (NMX-ES-001-NORMEX-2005)

Esta Norma establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos [6].

2.1.2 Energía Solar- Definiciones y terminología (NMX-ES-002-NORMEX-2007)

Esta Norma Mexicana establece los vocablos, simbología y la definición de los conceptos más usados en el campo de la investigación y el desarrollo de la tecnología para el mejor uso de la radiación solar como fuente alternativa de la energía [4].

2.1.3 Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – Método de ensayo (Prueba). (NMX-ES-004-NORMEX-2010)

Esta Norma Mexicana establece el método de ensayo (prueba) para evaluar y comprar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua solar, principalmente para uso doméstico hasta una capacidad máxima de 500 litros y hasta una temperatura máxima de 90°C como dominio de temperaturas de agua caliente [5].

2.1.4 Norma Técnica de Competencia Laboral (NTCL) para "Instalación del sistema de calentamiento solar de agua"

Certifica las competencias laborales de las personas que instalan calentadores solares de agua, las cuyas incluyen interpretar diagramas y manuales, preparar el área, materiales y herramientas e instalar, y poner en marcha componentes del sistema [4].

2.2 Captador solar plano (colector solar plano)

También llamado colector solar plano o panel solar térmico, consistente en una caja plana metálica por la que circula un fluido, que se calienta a su paso por el panel, este puede ser a su vez:

- Captador plano protegido: con un vidrio que limita las pérdidas de calor.
- Captador plano no protegido: sistema más económico y de bajo rendimiento, utilizado esencialmente para climatización de piscinas.
- Panel de tubos de vacío: donde la superficie captadora está aislada del exterior por un doble tubo de vidrio que crea una cámara al vacío.

Existen dos sistemas de captadores planos

- Flujo directo: el fluido circula por los tubos, como en los captadores planos.

- Flujo indirecto: o Heat pipe: el calor evapora un fluido en el tubo, y éste transmite su energía al condensarse en el extremo.
-

Imagen1. *Ejemplo de colectores solares planos*

2.3 Concentrador solar

El fluido se calienta a alta temperatura mediante espejos parabólicos, estos pueden ser:

- Sistemas lineales (disposición cilíndrica): el fluido se calienta al recorrer la línea situada en el foco de la parábola
- Sistemas puntuales (disposición esférica): con forma de plato, utilizado para concentrar más los rayos y obtener así temperaturas más altas cuando la infraestructura es de dimensiones limitadas.
- Espejos planos o lentes Fresnel lineales: con idéntica función que los concentradores solares lineales.
- Espejos en una central térmica solar: que concentran la radiación solar en un único punto situado en una torre, en donde se genera vapor de agua para producir electricidad.
- Espejos en un horno solar: variante donde se utilizan espejos planos y posteriormente espejos parabólicos para obtener muy altas temperaturas.

Imagen 2. *Ejemplo de un concentrador solar*

Los colectores solares planos funcionan aprovechando el efecto invernadero, el mismo principio que se puede experimentar al entrar en un coche aparcado al sol en verano. El vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar: deja pasar fundamentalmente la luz visible, y es menos transparente con las ondas infrarrojas de menor energía.

El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo muy transparente a la longitud de onda de la radiación visible, deja pasar la mayor parte de la energía. Ésta calienta entonces la placa colectora que, a su vez, se convierte en emisora de radiación en onda larga o (infrarrojos), menos energética. Pero como el vidrio es muy opaco esas longitudes de onda, a pesar de las pérdidas por transmisión, (el vidrio es un mal aislante térmico), el recinto de la caja se calienta por encima de la temperatura exterior.

Al paso por la caja, el fluido que circula por los conductos se calienta, y transporta esa energía térmica a donde se desee.

El rendimiento de los colectores mejora cuanto menor sea la temperatura de trabajo, puesto que a mayor temperatura dentro de la caja (en relación con la exterior), mayores serán las pérdidas por transmisión en el vidrio. También, a mayor temperatura de la placa captadora, más energética será su radiación, y más transparencia tendrá el vidrio a ella, disminuyendo por tanto la eficiencia del colector.

3. RESULTADOS

3.1 Cálculos sobre el colector solar

Para el diseño de nuestro colector solar casero, lo primero que debemos conocer para su correcto diseño es la capacidad de agua a utilizar, la Temperatura a la entrada y la Temperatura de almacenamiento que deberá haber en el depósito.

Para esto nos basaremos en datos de la CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía), donde el consumo por persona es aproximadamente de 50 Lts al día , de los cuales la mitad (25 Lts) son consumidos como agua caliente, de acuerdo con lo anterior procederemos con el cálculo de la capacidad del sistema:

La cual está dada por:

$$Capacidad = \frac{Lts}{persona} x \# \, de \; personas \, x \, \% \, de \, utilizacio \, n$$

Considerando una casa habitación donde viven 3 personas

Un factor de utilización de 0.5

$$Capacidad = \frac{50 Lts}{persona} x \, 3 \; personas \, x \, 0.5 = 75 Lts$$

Después de que hemos calculado la capacidad que tendrá nuestro sistema procederemos con los demás cálculos como por ejemplo el calor demandado por nuestro colector Q_D.

Este estará dado por la siguiente ecuación:

$$Q_D = m \times C_p \times \Delta T$$

$$m = masa\ del\ \ fluido$$
$$C_p = Calor\ especifico\ \ del\ agua$$
$$\Delta T = T_{cal} - T_{\min}$$

Datos:

$$\rho = 1Kg / Lt \therefore 75lts\ de\ agua = 75Kg\ de\ agua = m$$
$$C_p\ del\ agua\ a\ P_{CTE} = 4.186\, {}^{Kj}\!/_{Kg \cdot K}$$
$$T\min\ del\ agua\ en\ Morelos = 15^{\circ} C$$
$$Tcalentamiento = 60°C$$
$$\therefore se\ tiene:$$
$$Q_D = 75kg\ de\ agua \times 4.186\, {}^{Kj}\!/_{Kg \cdot {}^{\circ}C} \times (60^{\circ}C - 15^{\circ}C) = 14.2762MJ$$

3.2 Eficiencia del colector

La eficiencia del colector se define, entonces, como el porcentaje de la radiación solar global incidente sobre la superficie efectiva del colector y que es aprovechado como calor útil.

$$\eta_{Colectror} = \frac{Q_{UD}}{RTD}$$

Dónde:

$$Q_{UD} = Calor\ util\ durante\ el\ dia, suma\ del\ calor\ medido\ por\ las\ horas\ del\ dia$$
$$RTD = Radiacion\ Total\ Diaria$$

Datos:

$$Q_{UD} = 2.3 \frac{KW \cdot h}{m^2} \Rightarrow para\ el\ estado\ de\ morelos$$
$$RTD = 4.6 \frac{KW \cdot h}{m^2} \Rightarrow para\ el\ estado\ de\ morelos$$

$$\eta_{Colector=} \frac{2.3 \frac{KW \cdot h}{m^2}}{4.6 \frac{KW \cdot h}{m^2}} = 0.5 \times 100 = 50\%$$

3.3 Área del colector solar

Es el área necesaria para captar la energía solar necesaria que pueda satisfacer la demanda energética. El área de nuestro colector dependerá de la radiación global y de la eficiencia total del colector.

$$A_{Colector} = \frac{Q_D}{RTD \times \eta_{Colector}} =$$

$$\frac{14.2762MJ}{4.6\frac{KW \cdot h}{m^2}\left(\frac{3600s}{h}\right)\left(\frac{KJ/s}{KW}\right)(0.5)} = 1.72m^2$$

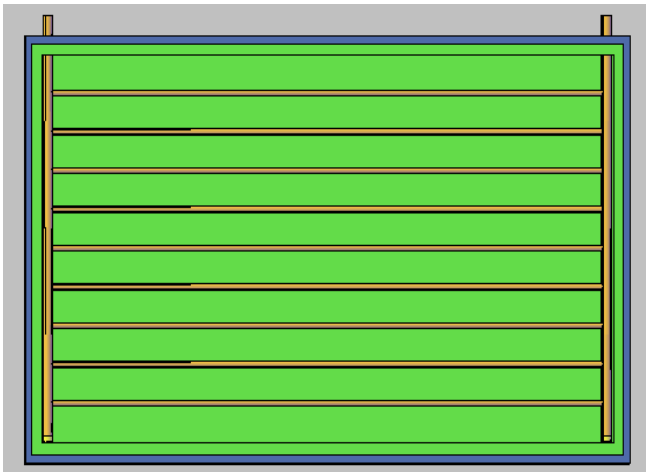


Imagen 3. Vista Superior del colector solar realizado en AutoCAD

3.4 Calculo del Termo tanque

El termo tanque es donde almacenaremos el agua caliente que proporcione el colector solar, este debe tener las dimensiones adecuadas para que pueda mantener 75 lts de agua caliente que es la capacidad que requerimos y aproximadamente 1m de longitud para darle algo de proporción con respecto al colector.

Se tiene por lo tanto:

$$V = 75lts \times \frac{1m^3}{1000lts} = 0.075m^3$$

$$Calculando\ el\ Diametro:$$

$$D = \sqrt{\frac{V \cdot 4}{L \cdot \pi}}$$

$$Datos:$$

$$V = 0.075m^3$$

$$L = 1m$$

$$D = \sqrt{\frac{0.075m^3(4)}{1m\,(3.1416)}} = 0.3088 \approx 31cm \Rightarrow Diametro\ \text{int}\ erior\ del\ Termo\ \text{tan}\ que$$

3.5 Calculo del Angulo de inclinación respecto al depósito (Termo tanque)

Debemos tener un ángulo adecuado entre el colector y el termo tanque para un buen funcionamiento, por lo que procederemos a calcular el ángulo de inclinación de acuerdo con la siguiente figura:

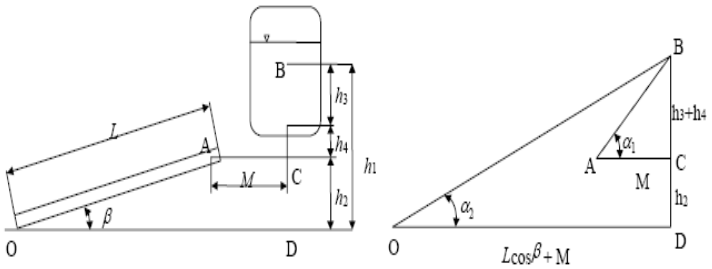


Imagen 4. Ángulos entre calentador solar y termo tanque.

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{h_3 + h_4}{M}\right)$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{h_1}{L \times Cos\beta + M}\right)$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{h2}{L}\right)$$

$$Calculando\ \beta:$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{1m}{1.82m}\right) = \tan^{-1}(0.5494)$$

$$\beta = 28.78^{\circ} \approx 29^{\circ}$$

4. CONCLUSIONES

El proceso de cálculos desarrollados durante esta exposición tiene como objetivo la orientación para futuros proyectos.

Se demuestran las teorías que rigen la refracción y reflexión de la luz, que se aplican para transformar la luz en calor y este ser aprovechado para calentar agua.

Optimizar el recurso energético aprovechando la energía natural (energía solar).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Çengel, Yunus 6ta Edicion. Termodinámica
[2] Guevara Vázquez Sixto (2003). Teoría para el diseño de calentadores solares de agua
[3] http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/normas_y_nmx
[4] http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/normas_solar
[5]http://www.tech4cdm.com/userfiles/27_NORMATIVIDAD%20Y%20CERTIFICACION%20SISTEMAS%20SOLARES%20CALENTAMIENTO%20AGUAMX_nov09.pdf
[6] http://www.sitiosolar.com/NMX-ES-001-NORMEX%20-%202005.pdf

DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD INTRINSICA DE LA MEZCLA QUITOSANO-GOMA DE MEZQUITE-PROTEINA DE SOYA

Y. Barrera Rojas, W.N. Hernández Díaz and J.P. Pérez Orozco
Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec, Morelos 62780, México.

yenbary@hotmail.com

***Área de participación**: Bioprocesos y desarrollo sustentable*

Resumen

Un reómetro viscosímetro capilar de Cannon se utilizó para caracterizar las interacciones de la mezcla de quitosano (0.4% W/V), goma de mezquite (10% W/V) y proteína de soya (5, 10 % W/V) midiendo su viscosidad intrínseca. Se determinó el comportamiento de la viscosidad aparente en un intervalo de velocidad de cizalla de 1-100 min^{-1}.). Los resultados obtenidos muestran que existe una interacción del tipo electrostática en el sistema; la densidad de carga de los complejos formados modifica las propiedades intrínsecas, una densidad de carga parcialmente neutra provoca un desdoblamiento de las macromoléculas que se refleja en un incremento en la viscosidad intrínseca. Mientras que un exceso de cargas positivas en el sistema reduce el volumen molecular de los complejos, incrementa el espacio libre, y por ende, disminuye la viscosidad intrínseca. Estas interacciones se ven reflejadas en el comportamiento reoadelgazante a la cizalla que presentaron las dispersiones, el cual incremento conforme una mayor presencia de macromoléculas.

Introducción

Los hidrocoloides son moléculas hidrofílicas de alto peso molecular usados como ingredientes en la industria de alimentos, farmacéutica, ambiental, entre otras, para estabilizar sistemas dispersos (emulsiones, suspensiones, espumas, etc.). El térmico hidrocoloide abarca todos los polisacáridos extraídos de plantas, fuentes microbianas, crustáceos y algas, así como derivados de gomas extraídas de exudados de plantas, biopolímeros modificados de almidón o celulosa de química o enzimáticamente. las interacciones entre los hidrocoloides y otros componentes del sistema disperso (proteínas, tensoactivos, aditivos, etc.) determinan sus propiedades de estructurales, funcionales y de estabilidad [1,2].

Se ha reportado que una de las características más sobresalientes de las macromoléculas es el incremento en la viscosidad que se producen cuando, incluso a muy bajas concentraciones, se dispersan en disolventes ordinarios. Este incremento de la viscosidad se caracteriza por la viscosidad intrínseca, [η]. La [η] se utiliza ampliamente para el análisis o caracterización de polímeros sintéticos [3-5], macromoléculas biológicas [6, 7], nanopartículas, y coloides [8]. De hecho, [η] proporciona información acerca de las propiedades fundamentales del soluto y su

interacción con los solventes [9-10] relacionando su conformación flexible (lineal y no lineal.

El quitosano es un polímero derivado desacetilado de la quitina, posee la estructura β-(1-4)-2- amino-2-desoxi-Dglucosa. En solución acida presenta un comportamiento de polielectrolito catiónico debido a la protonación de los grupos amino. El quitosano posee propiedades funcionales como bioactividad, biocompatibilidad y biodegradabilidad, que posibilitan sus múltiples aplicaciones en el área de la industria alimentaria, medicina, biotecnología, procesos industriales, agricultura, cosméticos, industria farmacéutica, textil, papelera, agricultura [11, 12].

Se ha reportado la interacción del quitosano con hidrocoloides aniónicos cono la goma de mezquite y goma arábiga, polisacáridos con actividad superfical debido a que en su estructura presentan residuos proteícos (2-5%). Los complejos formados con estos biopolímeros favorecen la estabilización de emulsiones, y la matriz estructural brinda propiedades de encapsulación, protencción y liberación de sustancias activas de carácter lipofílico [13,14].

El objetivo del presente trabajo es caracterizar las interacciones en solución de los biopolímeros quitosano, goma de mezquite y proteína de soya; mediante la determinación de la viscosidad intrínsica y establecer su efecto en el comportamiento de la viscosidad aparente de la dispersión polimérica.

Sección Experimental

Materiales.

Goma de mezquite (GM) (*Prosopis laevigata*) es un polisacárido aniónico ramificado que contiene una pequeña cantidad de proteína (2.7±0.06), que le proporciona excelentes propiedades de actividad superficial [15]. Se reporta que su peso molecular varía entre 1 y 2.5 x 106 Daltons. La GM fue recolectada en forma de lágrima en el estado de San Luis Potosí y purificada según Vernon-Carter y col. [16].

Quitosano (Q) de peso molecular medio con grado de desacetilación de 75% y viscosidad de 286 cps (1%, 1% ácido acético), fue comprado a Sigma-Aldrich Química, S.A. de C.V. (Toluca, Edo. Méx.).

Proteína de Soya (PS) adquirida en Sigma-Aldrich Quimica, S.A de C.V. (Toluca, Edo. Mex.).

Preparación de las soluciones de biopolímeros.

Se prepararon soluciones al 10% (p/v) de GM, 0.4% (p/v) de Q y diferentes concentraciones de PS (5 y 10% p/v), dispersas en una solución acuosa al 1.0 % (v/v) de ácido acético. Las soluciones fueron mezcladas a temperatura ambiente. El pH de las soluciones fue de 3.8, aproximadamente.

Viscosidad intrínseca
La viscosidad intrínseca de las dispersiones acuosas de la mezcla de biopolímeros se determinó utilizando un viscosímetro Cannon, con el cual se obtuvieron las viscosidades reducidas a bajas concentraciones de cada solución preparada, posteriormente se hizo uso de la ecuación de Huggins para calcular la viscosidad intrínseca de cada una de las soluciones.

Propiedades reológicas de las soluciones
La viscosidad reológica de cada solución de mezclas de biopolímerosse evaluó mediante un viscosímetro brookfield de agujas. Todas las pruebas fueron realizadas por triplicado.

Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra el comportamiento de la viscosidad reducida en función de la concentración de las soluciones poliméricas. Como podemos observar la viscosidad reducida se incrementa gradualmente en relación a la disminución de la concentración, lo que puede deberse al mayor desdoblamiento molecular de las macromóleculas, comportamiento característico de las soluciones polielectrolíticas.
La adición de la PS se ve reflejado en el comportamiento de la viscosidad reducida. De acuerdo a lo reportado por Pérez Orozco y col. [14], sabemos que la densidad de carga del complejo 10%GM-0.4%Q es negativa, y la proteína de soya en solución acida presenta cargas positivas (pI=4.4±0.2), a 5% de Proteína existe una neutralización de los complejo que provoca un desdoblamiento, loq ue se ve reflejado en un incremento de la viscosidad reducida. A 10% de PS existe un mayor número de cargas positivas, lo que da lugar a un compactamiento del complejo electróstático (GM-Q-PS) disminuyendo el volumen molecular e incrementado el espacio libre, dando como resultado una disminución el la viscosidad reducida.

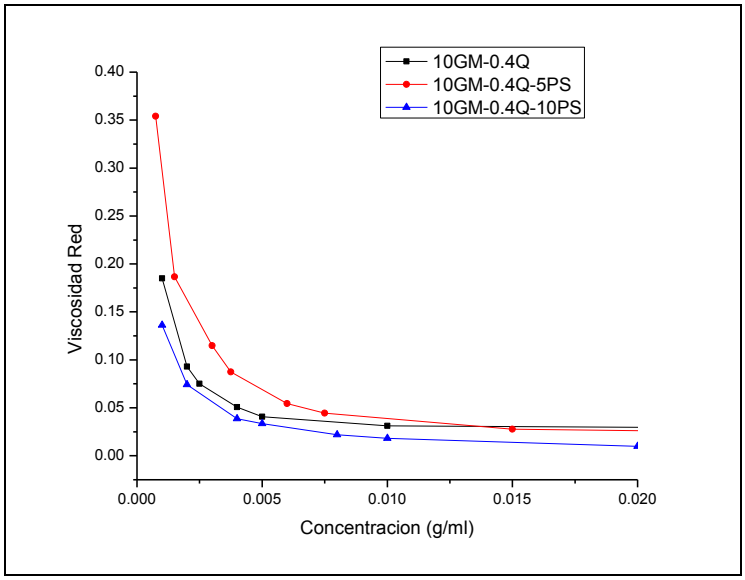


Figura 1. Curva de viscosidad reducida vs concentración de biopolímeros

Los datos experimentales fueron ajustados a la ecua. de Huggins y el valor de la viscosidad intrínsica se reporta en la tabla 1. La viscosidad intrínseca mayor es la del complejo 10GM-0.4Q-5P, seguida de 10GM-0.4Q y por ultimo tenemos 10GM-0.4Q-10P, lo que refleja que hay una mejor interacción electrostática en el complejo que contiene 5% de proteína provocando un desdoblamiento de la molécula y generando una mayor movilidad debido a que la densidad de carga está prácticamente neutralizada.

Tabla 1. Viscosidades intrínsecas de las dispersiones de biopolímeros

Soluciones poliméricas	[η]. (mL/g)
10GM-0.4Q	0.00825
10GM-0.4Q-5P	0.00945
10GM-0.4Q-10P	0.00244

La Figura 2 muestra el comportamiento de la viscosidad vs velodidad de cizalla de las dispersiones poliméricas. Al aumentar la concentración de proteína la viscosidad se incrementa debido a la mayor concentración polimérica. Se observa que las dispersiones presentan un comportamiento adelgazante a la cizalla, reflejo de las interacciones moleculares.

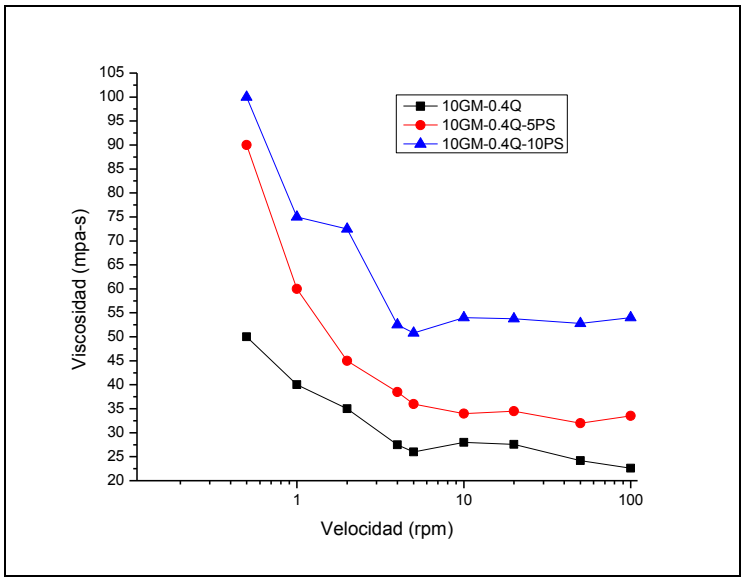


Figura 2. Curva de viscosidad de las dispersiones de biopolímeros**.**

Conclusiones

De las soluciones de polímeros que se han analizado respecto a la viscosidad (intrínseca y reológica) podemos concluir que hasta este momento la mejor mezcla que tenemos es la que contiene un 10% de Goma de mezquite, 0.4% de Quitosano y un 5% de proteína de soya es decir en esta mezcla se tiene una mejor interacción de los complejos esto posiblemente se deba a que las cargas están prácticamente neutralizadas. Esto se puede inferir debido a que en una solución 10%GM-0.4%Q la densidad de carga del quitosano es ligeramente negativa, y a una concentración de 0.6%Q esta presenta un cambio de signo "overcharging" (Pérez Orozco y col., 2011).

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el apoyo al proyecto 5223.14-P.

Referencias

1. Dickinson E. (2003) Food Hydrocolloids. 17: 25-39.

2. Fredheim, G. E. y Christensen, B. E. (2003). Biomacromolecules 4: 232- 239

3. Elias HG (1977) Macromolecules, vol. 1. Wiley Interscience, New York

4. Billmeyer FW Jr (1984) Textbook of polymer science, 3rd edn. Wiley Interscience, New York

5. Munk P, Aminabhavi TM (2002) Introduction to macromolecular science, 2nd edn. Wiley, New York 4. Harding SE (1997) Prog Biophys Mol Biol 68:207–262

6. van Holde KE, Johnson W, Ho P (1998) Principles of physical biochemistry, 2nd edn. Prentice Hall, Upper Saddle River

7. Hunter RH (2001) Foundations of colloid science. Oxford University Press, Oxford

8. Bohdanecký M, Kovár J (1982) Viscosity of polymer solutions. Elsevier, Amsterdam

9. Kulicke WM, Clasen C (2004) Viscosimetry of polymers and polyelectrolytes. Springer, Berlin

10. Graessley WW (2004) Polymeric liquids and networks: structure and properties. Garland Science, New York

11. Chuah, A. M., Kuroiwa, T., Kobayashi, I., y Nakajima, M. (2009) Food Hydrocolloids 23:600–610.

12. M. Dash, F. Chiellini, R.M. Ottenbrite, E. Chiellini. (2011) Progress in Polymer Science 36:981-1014.

13. Espinosa-Andrews, H., Lobato-Calleros, C., Loeza-Corte, J.M., Beristain, C.I., Rodríguez-Huezo, M.E., y Vernon-Carter, E.J. (2008). Revista Mexicana de Ingeniería Química, 7, 3: 293-298

14. Pérez-Orozco JP, Barrios-Salgado, E Román-Guerrero, A, Pedroza-Islas R. (2011) Revista Mexicana de Ingeniería Química, 10, 3: 487-499.

15. Orozco-Villafuerte, J.; Cruz-Sosa, F.; Ponce-Alquicira, E. y Vernon-Carter, E. J. (2003). Carbohydrate Polymers, 54 323–327.

16.Vernon-Carter, E. J.; Pedroza-Islas, R., y Beristain, C. I. (2000) En G. Doxastakis y V. Kiosseoglou (Eds.), Novel Macromolecules in Food Systems Amsterdam: Elsevier 217–238.

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN QUITOSANO

E. Aguila-Almanza[1], R.Salgado-Delgado[1] and H-Hernández-Cocoletzi[2]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec, Morelos – eva.aguila@hotmail.com, renesalgado@hotmail.com; [2]Universidad Autónoma de Puebla – heribert@ifuap.buap.mx

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen: El presente trabajo se enfoca a estudiar la actividad de un complejos enzimático en el biopolímero quitosano. Se reporta la determinación del peso molecular promedio de viscosidad, las condiciones óptimas de reacción para la hidrólisis enzimática, la actividad enzimática de xilanasa en el complejo celuzyme xb®. Se evaluó el efecto del complejo enzimático en la viscosidad y peso molecular promedio. Los resultados muestran que las enzimas ejercen su mayor actividad en las dos primeras horas de reacción a un pH= 5.3 y la temperatura de 50℃. Se observa por el análisis FTIR que la estructura del polímero se conserva. Puede afirmarse que la sinergia que ejerce el complejo de enzimas en el quitosano es perfectamente localizada en el sitio del enlace β(1-4), no afecta la estructura del anillo glucosídico y prácticamente no hay efecto en función del DA.

Introducción.

El quitosano que es un biopolímero con importantes propiedades funcionales, obtenido de la quitina que es extraída principalmente de caparazones de crustáceos que constituye un subproducto derivado de la industria pesquera.

El quitosano es un copolímero formado por unidades de 2-acetamido-2-desoxi-β-D-glucosa y 2-amino-2-desoxi-β-D-glucosa unidas por enlace β-(1,4), es un producto derivado de la desacetilación parcial de la quitina, que es el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Entre las numerosas propiedades funcionales que se le han atribuido al quitosano están: biodegradabilidad, biocompatibilidad, actividad antifúngica, actividad antioxidante, actividad antimicrobiana, entre muchas otras. Estas propiedades funcionales has promovido su aprovechamiento en áreas como la agricultura, industrias farmacéutica y alimentaria [1]. A pesar de las importantes propiedades atribuibles a este polímero, en el ámbito de la industria alimentaria el quitosano en la actualidad tiene que hacer frente a algunas limitaciones. Recientemente se han dedicado esfuerzos a la preparación de quitosano de bajo peso molecular (CBPM) [2], con la intención de facilitar su solubilidad para elaborar películas con potencial aplicación en este sector. Se han propuesto métodos de degradación que incluyen principalmente reactivos químicos, degradación física y enzimática. De entre ellos, la degradación enzimática ha sido reconocida como el método más prometedor y de mayor efectividad para preparar CBPM debido a que el curso del proceso de hidrólisis y la distribución de los productos de ella, están sujetos a un mejor control, además de obtener un rendimiento mayor. Sin embargo, la enzima

específica para quitosano es muy costosa y su aplicación en la industria es limitada. Se ha documentado el estudio de enzimas no específicas en la hidrólisis de quitosano tales como α-amilasa [3,4], pectinasa [5,6], celulasa [7-9] y proteasa [10,11], sin embargo los enzimas mostraron efectos limitados sobre la degradación de manera aislada. Por lo que resulta de gran interés el estudio de la degradación de quitosano bajo el efecto de complejos enzimáticos.

En este trabajo, se estudió la actividad del complejo enzimático celuzyme xb®, que es un concentrado de la enzima xilanasa. clasificada como hidrolasa con amplio espectro en la catálisis de hidrólisis glucosídica. Esta enzima actúa mediante un mecanismo de dos etapas. En el primer paso el nucleófilo ataca e centro anómerico, dando como resultado la formación de una enzima glucosídica intermedia con un carácter ácido provisto por el carboxilato ácido. En el segundo paso el ahora deprotonado carboxilato ácido actúa como base y se une a una molécula de agua nucleofílica para hidrolizar la enzima intermedia, dando el producto hidrolizado. Nuestra hipótesis es que la enzima intermedia actúe sobre el enlace glucosídico con la consecuente obtención de productos de quitosano de cadenas de menor tamaño logrando una disminuida viscosidad y mayor solubilidad que faciliten la elaboración de películas.

Sección Experimental

- Obtención de quitosano

El quitosano se obtuvo a partir de la recuperación de quitina presente en caparazones de camarón empleando el método químico que consiste en desproteinización con hidróxido de sodio, desmineralización con ácido clorhídrico y desacetilación con solución de hidróxido de sodio. Las condiciones químicas para la obtención de quitosano se reportaron anteriormente (Hernández y col., 2009).

- Determinación del grado de acetilación (DA)

El grado de acetilación se determinó por espectroscopía uv-visible a partir del método propuesto por [Muzzarelli]. Se realizó una curva de calibración con disoluciones de n-acetilglucosamina em ácido acético 0.01M. La absorbancia se determinó por triplicado a 240 nm. El DA se calculó con la ecuación 1:

$$DA = \frac{[NAcGlc]}{[Quitosano]} \times 100 \qquad (1)$$

- Determinación de la actividad enzimática

Se empleó el método DNS (ácido-3,5-dinitrosalicílico) para cuantificar el produto de hidrólisis de la actividad enzimática, se preparó una solución de xilano al 0.5 % (sustrato para xilanasas) en una solución amortiguador de citratos de concentración 50mM y pH= 5.3. Se utilizó un blanco y un blanco reactivo. Todas

las muestras se analizaron en un espectrofotómetro uv-visible, Perkin Elmer, Lambda 25, a una longitude de onda de 240nm (Zhao y col., 2008).

Blanco

Se incubó la solución amortiguador de citrato de 50mM (pH=5.3) a 50°C durante 5 minutos, después de este tempo la muestra se calentó en baño maría por 5 minutos para enseguida enfriarla en un baño de hielo por 1 minuto. Al concluir el procedimiento se determinó la absorbancia.

Blanco reactivo

Se colocó en un tubo 0.9mL de la solución buffer de citrato de 50mM (pH=5.3), se le agregó 0.1mL de la solución de xilano (0.5%) y se incubó a 50°C durante 5 minutos. Al paso del tiempo se añadió 1.5mL de DNS para llevar a ebullición la muestra por 5 minutos e imediatamente después se enfrió en un baño de hielo. Al finalizar el enfriamiento se procedió a leer la absorbancia.

La actividad enzimática expressa la cantidad de enzima que catalisa la conversión de un μmol de substrato por minuto en las condiciones de estabilidad operacional de la enziama.

- Depolimerización de quitosano

Para depolimerizar el quitosano se empleó celuzyme xb® que es un sistema concentrado de la enzima xilanasa, de pureza grado alimentario, obtenida de la fermentación controlada de *Trichoderma longribrachu,* posee una elevada cantidad de celulasa y β-glucanasa, lo que le permite hidrolizar polisacáridos. Presenta su mayor eficiencia catalítica a 50°C y pH de 5. El medio de reacción consistió en quitosano 0.5% (p/v) disuelto en solución tampón ácido acético-acetato de sodio 0.2M preincubado a 40°C y agitación constante de 110rpm. Se preparó un sistema enzima:sustrato en relación 1:10 con concentración de la enzima 2.5 x 10^{-3} g/mL. Se tomaron muestras del sistema de incubación a diferentes tiempos (0, 20, 40, 60, 120, 180, 360 minutos) y se determinó la viscosidad reducida para seguir el proceso de depolimerización enzimática. Finalmente se calentó el medio de reacción a 100°C durante 5 minutos para detener la actividad de la enzima.

- Determinación del peso molecular promedio

Para determinar la viscosidad promedio en viscosidade se prepararon soluciones de concentración 0.014, 0.024, 0.038, 0.049 0.061 g/mL, empleando una solución tampón AcOH 0.3M/AcONa 0.2M. Los tiempos de flujo se registraron por triplicado empleando un viscosímetro Ubbelohde acoplado a un baño de agua termostatizado a temperatura constante de 25°C.

El peso molecular promedio en viscosidad se calculó usando la ecuación de Mark-Houwink (MH) (2) con las constantes viscosimétricas k= 7.9 x 10^{-2} y a= 0.796:

$$[\eta_{int}] = k_m M^a \quad (2)$$

Resultados y Discusión.

La mayoría de las propiedades funcionales del polímero quitosano están determinadas por sus características fisicoquímicas tales como grado de desacetilación y peso molecular.
El grado de acetilación obtenido para el quitosano de partida y los productos de quitosano se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del quitosano y productos de depolimerización.

Muestra	% DA	Mυ (Da)
Quitosano	18.45	76618
Productos de depolimerización	21.35	9525

Puede observarse que el porcentaje de acetilación se incrementa en los productos de la depolimerización, esto es debido a un incremento en el número grupos NH_2 en las cadenas acetiladas. Esto puede confirmarse con la disminución del peso molecular en los mismos productos, ya que los grupos NH_2 pueden protonarse fácilmente en medio ácido y se facilita la formación del radical NH_3^+ lo que facilita su solubilidad permitiendo una reducción en la viscosidad intrínseca.
En las Figuras 1 y 2 se muestra las curvas de ajuste por regresión lineal para la determinación de la viscosidad intrínseca. A partir de la ecuación de MH, se determinó un peso promedio en viscosidad del quitosano de partida y de los productos desacetilados.

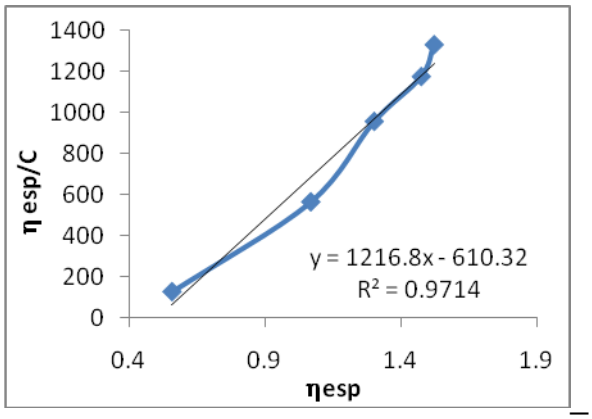


Figura 1. Ajuste lineal para la determinación del M_υ de quitosano.

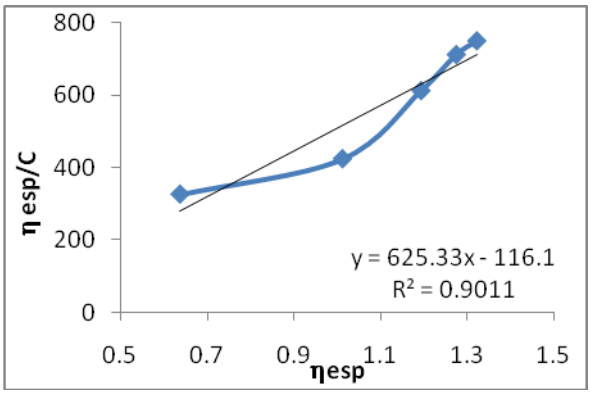


Figura 2. Ajuste lineal para la determinación del Mυ de los productos de depolimerización quitosano.

Puede notarse que la viscosidad intrínseca disminuye, por lo que el peso molecular promedio viscoso se reduce también. Si bien esta técnica se utiliza en el análisis de rutina en la caracterización de quitosano y subproductos porque es rápida y económica, se debe tener presente que el disolvente y la temperatura influyen en la determinación. Kasaai (2008) supone una degradación aleatoria del polímero y no toma en cuenta la polidispersidad ni el DA. La disminución de la viscosidad en los productos de depolimerización podría deberse a que los residuos desacetilados que se obtienen, producen interacciones intramoleculares dando origen a soluciones menos viscosas.

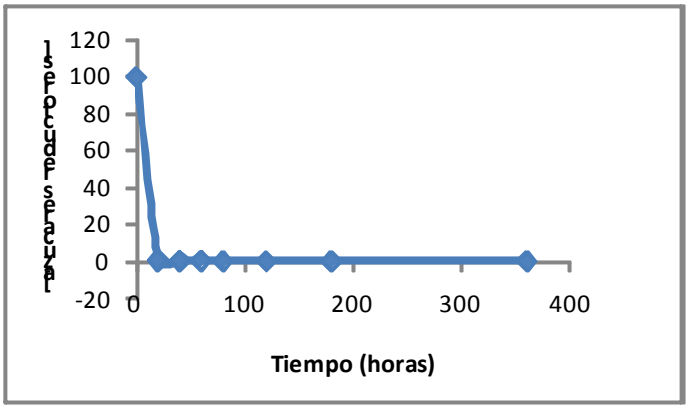


Figura 3. Efecto del tiempo en la degradación enzimática.

El sistema de reacción formado entre quitosano y el complejo de enzimas se monitoreó midiendo la absorbancia y la viscosidad intrínseca cada cierto tiempo para determinar la reducción relativa de la concentración de azúcar y el peso molecular promedio viscoso. El resultado se muestra en la Figura 3. Puede observarse que al inicio de la reacción, la concentración relativa de azúcar reductor aumentó progresivamente y peso molecular promedio en viscosidad disminuyó rápidamente. Después de 2 horas de reacción prácticamente la reducción de la actividad de la enzima también inhibió la reacción de degradación.

En la Figura 4 se muestra el espectro infrarrojo del quitosano y los productos de depolimerización obtenidos (20 y 360min), se muestran las señales de absorción de los grupos característicos del quitosano (Wang, 2008): estiramiento de grupos -OH (~3362 cm^{-1}) y del grupo N-H (3215 cm^{-1}), muy débil la señal del enlace C-H (2870 cm^{-1}), flexión del grupo amida (1705 cm^{-1}), el doblaje del grupo NH_2 (1618 cm^{-1}) la tensión asimétrica del puente C-O-C (1271 cm^{-1}) y las vibraciones del esqueleto de la estructura piranósica (1112 cm^{-1}). Puede observarse que la estructura molecular se conserva en los productos depolimerizados, únicamente se aprecia un ligero desplazamientos en las señales de absorción características y disminución en la intensidad de transmisión. Por lo que puede afirmarse que la sinergia que ejerce el complejo de enzimas en el quitosano es perfectamente localizada en el sitio del enlace β(1-4), no afecta la estructura del anillo glucosídico y prácticamente no hay efecto en función del DA.

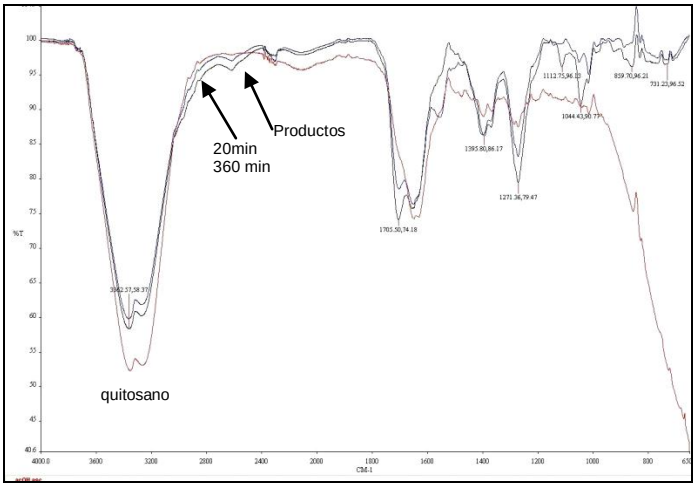


Figura 4. Espectro de absorción infrarrojo de quitosano y productos de depolimerización.

Conclusiones.

Se empleó el complejo enzimático celuzyme xb® formado por xilanasa, celulasa y β-glucanasa para hidrolizar el polímero quitosano en condiciones de pH=5.3, 50ºC y solución buffer AcOH/AcONa en proporción 1:10. Sugerimos que el complejo de enzimas degrada la cadena molecular del quitosano bajo condiciones ácidas ligeras, con la consecuente disminución del peso molecular promedio en viscosidad. Suponemos que el mecanismo de acción de este complejo está dirigido al enlace glucosídico β- (1,4) debido a su especificidad hidrolítica, de modo que podemos asegurar que el complejo actúa con sinergia separando fracciones de D-glucosamina y D-acetil-glucosamina al azar sin degradar el anillo piranósico.

Referencias.

[1] M. Rinaudo, *Progress in polymer science, 2006,* 31, 603.

[2] X.E. Chen; X.B. Fang; W.S. Xia, *Journal of Functional Polymers,* 2007, 19, 204.

[3] H.Y. Yu; S. Wang, *Food Science,* 2008, 29, 464.

[4] W.Q. Zhang; W. Xia; H. Xu, *Journal of Functional Polymer*, 2003, 16, 44.

[5] R. Ipsita; S. Meryam; N.G. Munishwar, *Enzyme and Microbial Technology*, 2003, 32, 582.

[6] J.C. Cabrera; P.V. Custsem, *Biochemical Engineering Journal*, 2005, 25, 165.

[7] S.B Lin; Y.C. Lin; H.H. Chen, *Food Chemistry,* 2009, 116, 47.

[8] W.S Xia; P. Liu; J. Liu, *Bioresource Technology,* 2008, 99, 6751.

[9] Y.P Han; Q. Lin*, Chemical World* , 2007, 2, 98.

[10] Y. Xie; J.G. Hu; Y. Wei; et al., *Polymer Degradation and Stability*, 2009, 94,1895.

[11] Li, J.; Y.M. Du; J.H. Yang; et al., *Polymer Degradation and Stability*, 2005 87, 441.

[12] R.A.A. Muzzarelli; R. Rocchetti, V. Stanic and M. Weckx *CHITIN HANDBOOK*, R.A.A. Muzzarelli and M.G. Peter, Ed.; Atec, Grottammare, 1997.Vol.1,109-119.

[13] K. Zhao; P.J. Xu; G.Y. Gu, *Food Science,* 2008, 29, 534.

[14] M.Kasaai, *J. Agric. Food Chem*., 2009, 57, 667.

[15] A.Q. Wang, *Chitosan chemistry,* Science press, Beijing, 2008

EVALUACIÓN DEL GRADO DE INHIBICIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO PHEMA/QUITOSANO/HIDROXIAPATITA SOBRE *Escherichia coli, Salmonella y Staphylococcus aureus*

Esperanza del Carmen Gamez Bravo[1], Zully Vargas Galarza[1], Areli Marlen Salgado Delgado[1], Edgar García Hernandez[1], René Salgado Delgado[1].

[1]InstitutoTecnológico de Zacatepec, itzbioq_carmen@hotmail.com; amsd_2303@hotmail.com, eddgarcia@hotmail.com, renesalgado@hotmail.com.
InstitutoTecnológico de Zacatepec, Tecnológico Nacional de México, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, C.P. 62780, MÉXICO, zullyvag@hotmail.com

***Área de participación**: Bioprocesos y desarrollo sustentable*

Resumen:
El propósito principal de esta investigación fue determinar el grado de inhibición del biomaterial Phema/Quitosano/Hidroxiapatita por exposición en placa. Se realizó la síntesis de compuestos de hidrogel con Phema/Quitosano/ Hidroxiapatita utilizando soluciones de quitosano al 2 y 3 %, los compuestos fueron secados al vacío y posteriormente se esterilizó una muestra de peso conocido de cada compuesto en la autoclave a 121ºC durante 20 minutos. Se elaboraron medios de cultivo de preenriquecimiento; caldo lactosado, caldo nutritivo, agua peptonada además de agar EMB, S.S y Agar Baird Parker bajo condiciones estériles. Se aislaron muestras (boca, nariz, fluidos corporales y heces) mediante hisopos estériles sumergidos en los medios de preenriquecimiento incubandose durante 24 h a 35°C. Se obtuvieron medios axénicos de ***E. coli, Salmonella, y S. aureus.*** Las muestras del material compuesto fueron colocadas en placas con medio de Agar conteniendo los microorganismos antes mencionados e incubados durante 45 días. Transcurrido el tiempo se observó inhibición de todos los compuestos con quitosano a 2 y 3% en el medio Agar Baird Parker con el microorganismo ***S. aureus*** creciendo este último únicamente sobre la placa y no sobre el material, sin embargo las muestras de hidrogel inoculadas en placa en medio Agar S.S y EMB para los microorganismos ***Salmonella*** y ***E. coli*** respectivamente, no presentaron inhibición alguna debido a que los microorganismos no tan solo crecieron en la placa si no sobre el material.

Introducción.

La ingeniería de tejidos óseos es el área de conocimiento que combina las aplicaciones de la ingeniería, del diseño y del desarrollo de implantes biomiméticos (capaces de imitar ciertos aspectos biológicos de la matriz ósea) para reparar los huesos y guiar su regeneración hasta el completo restablecimiento de su funcionalidad [1].
Los hidrogeles son biomateriales interesantes, debido a su alto contenido en agua los hace biocompatibles con la mayoría de los tejidos. Además, son suaves y flexibles, lo que minimiza el daño al tejido circundante durante y después de la implantación en el paciente [2].
El quitosano es producto de la desacetilación de la quitina y es el único polisacárido basado en un biopolímero similar a las propiedades del colágeno. Ha sido comprobado por muchos investigadores que el quitosano y sus derivados, tienen la propiedad de inhibir el crecimiento de hongos, bacterias y virus fitopatógenos lo que ha generado diversas investigaciones científicas y

tecnológicas en muchos países, para promover su aplicación con fines diversos [3].
La hidroxiapatita en los tejidos mineralizados reviste una gran importancia ya que se ha demostrado que es un material biocompatible, con aplicación biomédica en Odontología, Ortopedia y Cirugía Máxilofacial. Es el cristal principal de huesos y dientes ya que les confiere su dureza característica y, acompañado por la colágena,los huesos presentan determinada elasticidad [4].
Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar del grado de inhibición microbiológico de un material compuesto de hidrogel con Phema/Quitosano/ Hidroxiapatita, los microorganismos utilizados fueron ***E. Coli, Salmonella, y S. Aureus***.

Fundamento Teórico.

El quitosano es el único biopolímero que exhibe propiedades excepcionales aunadas de la biocompatibilidad y biodegradabilidad, debido a la presencia de aminas primarias a lo largo de su cadena. Su actividad antimicrobiana se rige por dos principales mecanismos; la carga positiva del quitosano interactua con la carga negativa de la superficie de la célula alterando la permeabilidad, esto evita la entrada de los materiales esenciales celulares y da lugar a la filtración de solutos fundamentales fuera de la célula. En el Segundo mecanismo el quitosano se une con el DNA celular, provocando la inhibición de la síntesis de ARN microbiano [3].
La boca humana esta densamente poblada por más de 80 especies diferentes de microorganismos. Muchos de estos son los estafilococos, que están ampliamente distribuidos, el ***Stapylococcus epidermis*** se encuentra en la boca de casi todos los seres humanos y el ***S. aureus*** es bastante común [5].
El ***S. aureus*** es el más versátil de todos los microorganismos patógenos. Puede producir enfermedad por toxinas o por superantigenos, invadir cualquier órgano o tejido y originar supuración, necrosis tisular, trombosis vascular y bacteriema [6].

Por otro lado, el habitad natural de ***E. coli*** es el tracto intestinal de humanos y animales, además es considerado como un microorganismo indicador de contaminación fecal en agua y alimentos. ***E. coli*** es el patógeno más frecuente en los humanos que causa infecciones bacterianas [7].

El género ***Salmonella*** está formado por bacterias que conforman dos patogrupos para el hombre, la ***Salmonella tiforaratificas***, causantes de infecciones sistemáticas (fiebres tifoparatificas) y ***Salmonellas gastroenteriticas*** causantes de entiritis. Las ***Salmonella typhi y S paratyphi*** A, B y C colonizan solo al hombre y se eliminan por las heces desde el intestino a la vesícula biliar [8].
Aproximadamente un tercio del peso seco de las heces está constituido por microorganismos. La mayoría de las personas eliminan cada día en sus heces entre cien mil millones y cien billones de bacterias [9].

Sección Experimental.

Con base a la metodología descrita en el Protocolo de Investigación, “Obtención y caracterización de un material compuesto de pHEMA/Quitosano/nano-hidroxiapatita” [10]. Se sintetizaron 14 compuestos de Phema/Quitosano/ Hidroxiapatita con características de hidrogel mediante el equipo de baño ultrasónico a temperatura ambiente, posteriormente se secaron al vacío durante 48 h. Se tomó un fragmento de cada compuesto sintetizado registrando su peso en bitácora, después se colocaron en frascos para ser sometidos a esterilización en la autoclave a 121ºC durante 20 minutos. Se prepararon medios de preenriquecimiento; agua peptonada, caldo lactosado y caldo nutritivo en tubos de ensayo 15 x 100 bajo condiciones estériles.

Se tomaron muestras de boca, nariz, fluidos corporales y heces a tres voluntarios mediante hisopos estériles, tomando uno para cada muestra y depositando el hispopo en un tubo de ensayo con medio de preenriquecimiento, posteriormente se incubaron 24 h a 35°C, transcurrido el período de incubación fue sembrado 1 mL de cada muestra en las placas previamente realizadas de Agar Baird Parker, EMB, y Agar S.S mediante la técnica vertido en placa, se incubaron nuevamente durante 48 h a 35°C y posteriormente se identificaron los microorganismos de interés (***E. coli, Salmonella, y S. aureus***) de acuerdo a características típicas y morfológicas en cada medio de cultivo.
Una vez identificados, se procedió a la obtención de medios axénicos mediante el aislamiento de los microorganismos, con la finalidad de eliminar flora competitiva y crear medios puros para los estudios de inhibición requeridos.
Los fragmentos de los hidrogeles se inocularon en las cajas de agar Baird Parker, Agar S.S y Agar EMB por un período de 45 días a 35°C.

Resultados y Discusión.

El material compuesto obtenido con las diferentes concentraciones de Quitosano, se muestran en la figura 1a y 1b. Cabe señalar que se obtuvo un material poroso de color blanquecino que al incrementar la concentración de Quitosano el color se tormaba ammarillento.

a)

b)

Figura 1a y 1b: Hidrogeles de Phema/Quitosano/ Hidroxiapatita sintetizados.

En el estudio se observó que los fragmentos del biomaterial Phema/Quitosano/ Hidroxiapatita con quitosano a 2 y 3%, presentaron inhibición de todos los compuestos en el medio Agar Baird Parker con el microorganismo ***S. aureus*** creciendo este último únicamente sobre la placa y no sobre el material, como se muestra en la figura 2.

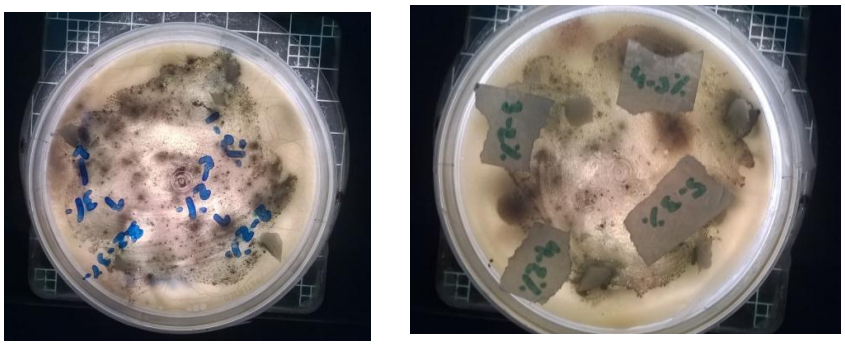


Figura 2: Inhibición de crecimiento S.aureus sobre el hidrogel al 2% y 3% de Quitosano, proliferación de microorganismo sobre el medio Agar Baird Parker

Por otro lado, las muestras de hidrogel inoculadas en placa en medio Agar S.S y EMB para los microorganismos ***Salmonella*** y ***E. coli*** respectivamente, no presentaron inhibición alguna debido a que los microorganismos crecieron también sobre el material compuesto. Figura 3 y 4.
Esto podría deberse a los tiempos prolongados de incubación y a que ***Salmonella*** y ***E. Coli***, tuvieron una temperatura idonea para su crecimiento, sin que la presencia de Quitosano tuviera una acción antimicrobiana predonderante.

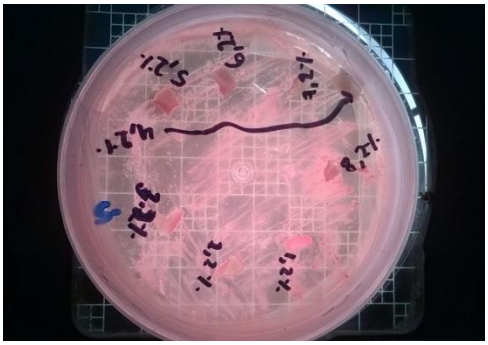
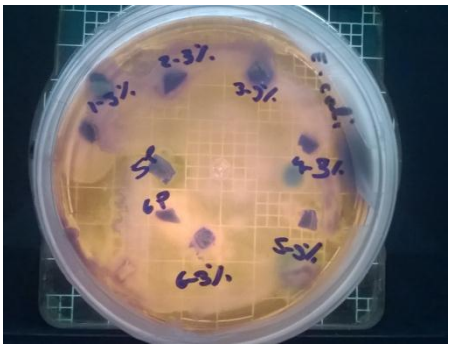


Figura 3: Crecimiento de Salmonella sobre fragmentos de hidrogel al 2% de Quitosano y en placa de Agar S.S



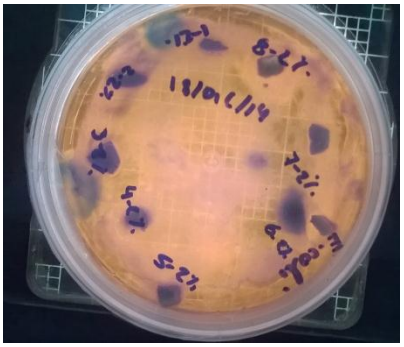


Figura 4: Crecimiento de E. Coli sobre muestras de hidrogel al 2% y 3% de Quitosano y en placa de Agar EMB.

Conclusiones.

El material sintetizado de Phema/Quitosano/Hidroxiapatita posee las características de un hidrogel, debido a esto absorbió una cantidad importante de los medios de cultivo Agar S.S y EMB lo que lo convirtió en una matriz rica en nutrientes para los microorganismos ***Salmonella*** y ***E.coli*** favoreciendo su crecimiento, el quitosano contenidos en estos hidrogeles tiene el efecto de inhibir y a pesar que hayan crecido microorganismos sobre este, no se puede concluir del todo que no inhibió el crecimiento de microorganismos, pues el monitoreo por períodos cortos de tiempo, puede ser relevante para la aseveración de ina inhibición temporal, pues se considera esta prueba como cualitativa mas no cuantitativa.

Por otra parte, los hidrogeles inoculados en Agar Baird Parker no absorbieron los nutrientes del medio de cultivo esto se debió a la yema de huevo adicionada al medio con fines selectivos para el crecimiento de ***S. aureus***, la yema de huevo creo una película sobre el medio impidiendo el paso de nutrientes hacia el material, esto influyó para que el hidrogel no sirviera de matriz nutrimental para los microorganismos impidiendo su crecimiento sobre esta.
Para trabajos posteriores se sugiere sumergir el material en una solución de microorganismos conocida y registrar el contacto del material y el microorganismo cada hora para poder desarrollar una curva de microorganismos contra tiempo y ver el alcance del efecto de inhibición sobre los microorganismos de manera cuantitativa.

Agradecimientos.

Departamento de Ingeniera Química y Bioquímica Instituto Tecnológico de Zacatepec.
Departamento de Posgrado e Investigación Instituto Tecnológico de Zacatepec

Referencias.

1. RET. Revista de Estudios Transdisciplinarios Vol. 1. No 2. Serie verde | Caracas, julio- diciembre 2009 Regeneración ósea a través de la ingeniería de tejidos: una introducción. José F. Alvarez Barreto
2. Dash M, Chiellini F, Ottenbrite RM, Chiellini E. Chitosan – a versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. Prog Polym Sci 2011;36:981–1014.
3. Florence Croisier , Christine Jérôme,“Chitosan-based biomaterials for tissue engineering” (2013) Europan Polymer Journal.
4. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomedical, Tip revista especializada en ciencias Quimico-Biologicas 9(2):90-95, 2006. *Victoria García-Garduño y José Reyes-Gasga.*
5. Introducción a la microbiología. II. John L. Ingraham,Catherine A. Ingraham, Editorial REVERTÉ S.A. 1998, pag 344.
6. Rev Esp Quimioter 2013; 26 (Suppl. 1):1-84. José Mensa
7. Medical Microbiology, F. H. Kayser,K. A. Bienz,J. Ecker, Editorial George Thieme 2005, pag 292.
8. Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica, Vicente Ausina Ruiz,Santiago Moreno Guillén, editorial Medica panamericana 2005, pag. 329.
9. Introducción a la microbiología. II. John L. Ingraham,Catherine A. Ingraham, Editorial REVERTÉ S.A. 1998, pag 345.
10. Obtención y caracterización de un material compuesto de pHEMA/Quitosano/nano-hidroxiapatita, Instituto Tecnologico de Zacatepec Junio del 2012. IBQ Areli Marlen Salgado Delgado.

EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA DEL INTERMETÁLICO FE3AL EN SOLUCIÓN FISIOLÓGICA ARTIFICIAL DE HANK

C.D. Arrieta-González[1], J. Porcayo-Calderón[2], Z. Vargas-Galarza[1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. De Ingeniería Química y Bioquímica, Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec, Morelos, México. cinthya.ag@itzacatepec.edu.mx*
[2]*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas-UAEM – jporcayoc@gmail.com*
[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec – zully.vg@itzacatepec.edu.mx*

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen –Se caracterizó la resistencia a la corrosión por polarización potenciodinámica de la aleación intermetálica Fe3Al en una solución de Hank (solución fisiológica artificial) a pH de 7.4 y 37°C. Las aleaciones intermetálicas fueron evaluadas con y sin tratamiento térmico. Como comparación, también fue evaluado el comportamiento de Ti y acero inoxidable 316-L, materiales comúnmente empleados como implantes en aplicaciones ortopédicas. Se emplearon tres diferentes acabados superficiales (desbaste con papel abrasivo grado 120, grado 600 y pulido con pasta de diamante 0.5 µm). Se observó que la velocidad de corrosión que experimentan las aleaciones intermetálicas, es dependiente tanto del acabado superficial, como del tratamiento térmico.

Introducción

La biocompatibilidad es un requisito esencial para cualquier biomaterial, e implica la habilidad del material para desempeñarse efectivamente con una respuesta adecuada en la aplicación deseada [1].

Los implantes ortopédicos han mejorado la calidad de vida de millones de personas. El objetivo clínico es aliviar el dolor e incrementar la facilidad del movimiento en las articulaciones. El objetivo ingenieril es proporcionar el mínimo esfuerzo fisiológico al sistema de hueso remanente para que la integridad y funcionalidad del hueso y materiales protéticos se mantenga para un tiempo de servicio largo. Los materiales adecuados para implantes son aquellos tolerados por el cuerpo y que pueden soportar cargas cíclicas en el ambiente agresivo del cuerpo. Los materiales que son selectivamente usados en ortopédicos son cerámicos, polímeros, metales y aleaciones [2].

Los metales y las aleaciones han sido ampliamente usados en varias formas como implantes los cuales proporcionan la resistencia mecánica requerida y la resistencia razonable a la corrosión. Los implantes metálicos son usualmente hechos de uno de estos tres tipos de materiales: acero inoxidable austenítico, aleaciones cromo-cobalto así como de titanio y sus aleaciones [3].

En particular el acero inoxidable 316-L se emplea como material de implante por una combinación favorable de propiedades mecánicas, resistencia a la corrosión,

biocompatibilidad satisfactoria y relativo bajo costo comparado con otros biomateriales como el titanio. Los fluidos del cuerpo humano se consideran como un ambiente corrosivo debido a su alta concentración de Cl^- y rango de temperaturas de 36.7-37.2°C lo cual lo hace un medio favorable para el fenómeno de corrosión por picaduras sobre el acero 316-L con una consiguiente liberación de iones metálicos de Fe, Cr y especialmente Ni que puede causar toxicidad y deteriorar la biocompatibilidad del acero [4].

Las picaduras se manifiestan como un rompimiento de la película pasiva en áreas locales que dan lugar a la formación de celdas microgalvánicas donde el ánodo es la picadura y el cátodo es la gran superficie pasiva que la rodea. Generalmente la evaluación o comparación de la resistencia a picaduras de los aceros inoxidables a través de métodos de prueba acelerados involucra la determinación del potencial de picado característico. El potencial de nucleación de picadura, Enp, se define como el potencial más bajo a partir del cual las picaduras nuclean y desarrollan sobre una superficie pasiva. El potencial de protección de picadura, Epp, es el potencial abajo del cual las picaduras, una vez que crecieron, no pueden propagarse y se repasivan. Para potenciales entre Enp y Epp las picaduras pueden crecer pero no pueden nuclear nuevas picaduras [5].

No obstante que los aluminuros de hierro se han desarrollado principalmente para aplicaciones estructurales a temperatura elevada debido a su habilidad para desarrollar una capa protectora de Al2O3 que les proporciona resistencia a la corrosión hasta en ambientes de sales fundidas [6, 7], su excelente comportamiento en estas condiciones ha motivado su estudio en soluciones acuosas.
Dos aspectos son la razón principal de esto; determinar la durabilidad de estas aleaciones cuando son almacenadas o durante condiciones de trabajo en una atmósfera corrosiva, y su bajo costo respecto a los aceros inoxidables convencionales. Se ha considerado el uso de los aluminuros de hierro en aplicaciones a temperatura ambiente para sustituir a los aceros inoxidables, además debido a que no contienen elementos estratégicos como Cr y Ni, éstos materiales también están considerados para aplicaciones como biomateriales [8]. Por ejemplo, García-Alonso et.al., encontraron que la velocidad de corrosión de intermetálicos tipo Fe3Al son del mismo orden de magnitud que la del acero inoxidable 316L en una solución de Hank [9].
Por tanto, la idea de este trabajo es investigar el comportamiento de compuestos intermetálicos Fe3Al, en condiciones de colada y con tratamiento térmico, en una solución fisiológica artificial de Hank a temperatura ambiente y en condiciones deaereadas. Para propósitos de comparación se evaluó al mismo tiempo el acero inoxidable 316L y Titanio los cuales son materiales de uso común en aplicaciones biomédicas.

Procedimiento Experimental.
La aleación intermetálica Fe3Al fue fundida en un horno de inducción empleando crisoles de carburo de silicio. Los elementos empleados fueron de pureza mayor al

99.9%. Para minimizar los efectos de vacancias térmicas los lingotes fueron homogenizados tratándolos térmicamente a 400°C durante 120 horas bajo atmósfera de argón. De cada material se obtuvieron probetas, con dimensiones aproximadas de 5*5*3 mm, a las cuales se les soldó un alambre conductor de cobre mediante la técnica de spot-welding. En estas condiciones las probetas fueron encapsuladas en resina epóxica y posteriormente preparadas metalográficamente a tres condiciones de acabado superficial, con papel abrasivo de carburo de silicio grado 120, grado 600 y pulido con pasta de diamante de 0.5 µm. De igual forma se prepararon muestras de Ti y acero inoxidable 316L para evaluar su desempeño para propósitos de comparación.

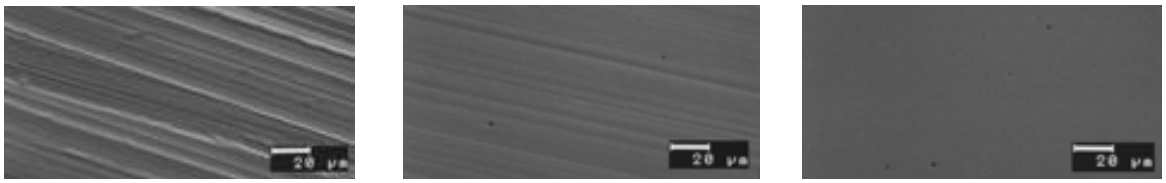
A fin de determinar la resistencia a la corrosión de los materiales, éstos fueron sometidos a pruebas de polarización potenciodinámica desde -300 mV hasta 600 mV respecto al potencial de circuito abierto. Como electrodo de referencia se empleó uno de calomel saturado y como electrodo auxiliar un alambre de platino.
Los materiales fueron evaluados en condiciones simuladas empleando una solución fisiológica sintética (solución de Hank, tabla 1) con un volumen de 100 ml, a pH 7.4 y 37 ± 1°C, a una velocidad de barrido de 1 mV/s.

Tabla 1. Composición de la solución de Hank

Componente	Concentración [g/l]
NaCl	8.0
$CaCl_2$	0.14
KCl	0.40
$NaHCO_3$	0.35
Glucosa	1.00
NaH_2PO_4	0.10
$MgCl_2.6H_2O$	0.10
$Na_2HPO_4.2H_2O$	0.06
$MgSO_4.7H_2O$	0.06

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra los aspectos superficiales típicos de las muestras acondicionadas con los tres acabados superficiales, con papel abrasivo grado 120, 600 y pulido con pasta de diamante de 0.5 µm. La condición de acabado superficial afecta el área de reacción debido a las imperfecciones generadas por los distintos abrasivos empleados, el acabado con pasta de diamante presenta una superficie más homogénea y el acabado con papel abrasivo 120 muestra un aspecto rugoso que afecta el área de reacción, siendo en este caso mayor.



(a) (b) (c)

Figura 1. Aspecto superficial para la aleación intermetálica Fe3Al tratada termicamente (a) con papel abrasivo grado 120, (b) con papel abrasivo grado 600, (c) con pasta de diamante.

Las muestras fueron inmersas en el electrolito y se midió el potencial en función del tiempo y hasta que el éste alcanzó un valor estable (aproximadamente 60 minutos) se inició la prueba de polarización potenciodinámica. En las figuras 2 a 5 se muestran las curvas de polarización potenciodinámica para los diferentes materiales evaluados.

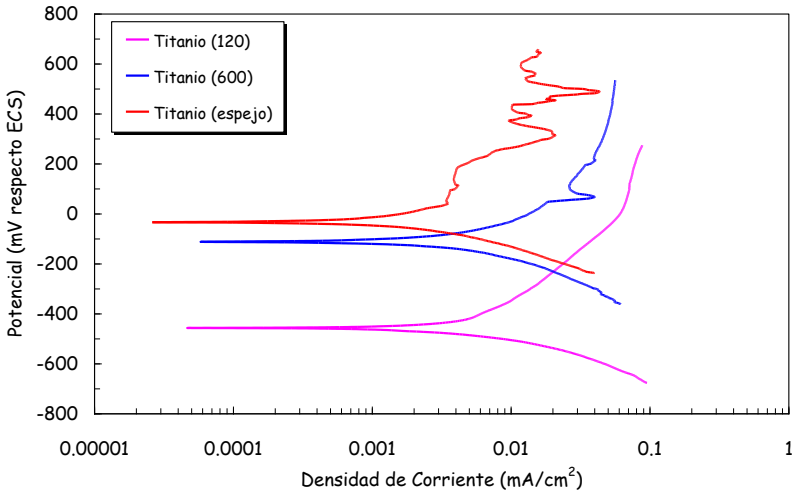


Figura 2. Curvas de polarización potenciodinámica para Ti en solución de Hank en condiciones deaireadas a 37°C con distintos acabados superficiales.

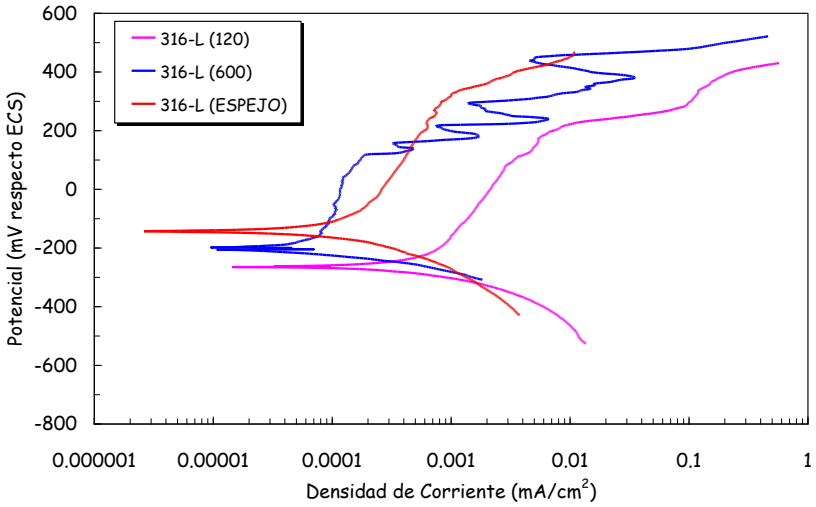


Figura 3. Curvas de polarización potenciodinámica para el 316-L en solución de Hank en condiciones deaireadas a 37°C con distintos acabados superficiales.

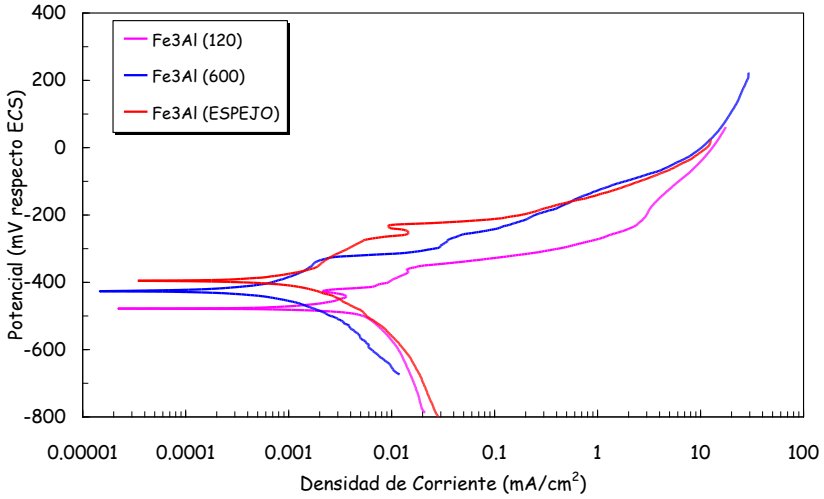


Figura 4. Curvas de polarización potenciodinámica para el Fe_3Al sin tratamiento térmico en solución de Hank en condiciones deaireadas a 37°C con distintos acabados superficiales.

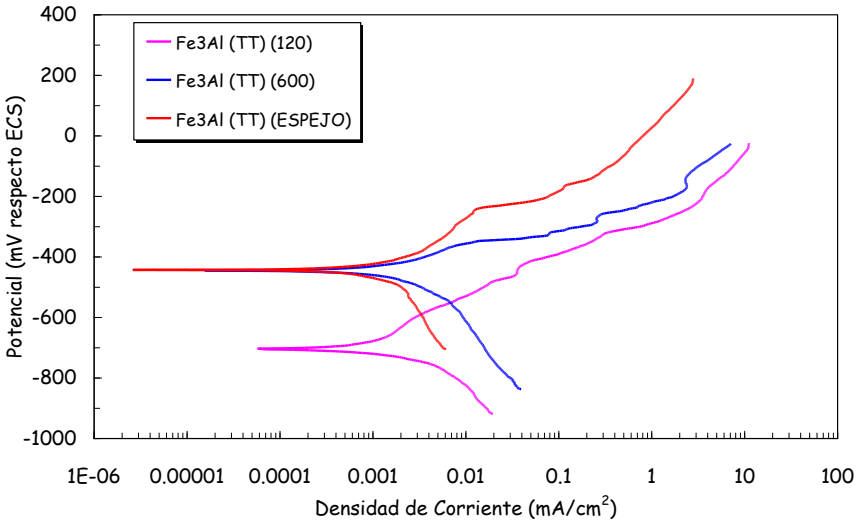


Figura 5. Curvas de polarización potenciodinámica para el Fe_3Al tratado térmicamente en solución de Hank en condiciones deaireadas a 37°C con distintos acabados superficiales.

A partir de las figuras anteriores, se determinó el potencial de reposo y las densidades de corriente de corrosión como una manera directa de la resistencia la corrosión de los materiales evaluados, y en las tablas 2 a 4 se resumen estos valores.

De los gráficos de las figuras anteriores es posible observar que independientemente de la condición superficial, tanto el Ti como el acero inoxidable 316L son los materiales con el potencial de corrosión más noble. Las densidades de corriente de corrosión para el caso del Ti están en el mismo orden de magnitud y de sus curvas de polarización se puede observar un proceso de corrosión uniforme.

Tabla 2. Parámetros electroquímicos de las pruebas de polarización para los materiales con acabado superficial con lija grado 120.

Materiales	E_{corr} (mV)	i_{corr} (mA/cm^2)
Titanio	-456	0.0085
316L	-264	0.00075
Fe_3Al	-478	0.00187
Fe3Al (TT)	-702	0.001

Tabla 3. Parámetros electroquímicos de las pruebas de polarización para los materiales con acabado superficial con lija grado 600.

Materiales	E_{corr} (mV)	i_{corr} (mA/cm^2)
Titanio	-111	0.0047
316L	-198	0.00007
Fe_3Al	-426	0.0006
Fe3Al (TT)	-444	0.0015

Tabla 4. Parámetros electroquímicos de las pruebas de polarización para los materiales con acabado superficial a espejo con pasta de diamante (0.5 μm).

Materiales	E_{corr} (mV)	i_{corr} (mA/cm^2)
Titanio	-33	0.001
316L	-142	0.00013
Fe_3Al	-395	0.0012
Fe3Al (TT)	-442	0.001

Se observa que el acabado superficial afecta el potencial de corrosión, siendo más anódico al incrementar el grado de acabado de rugoso a fino, asimismo, las curvas de polarización muestran mayor definición de los procesos superficiales. En particular en la condición de acabado superficial con pasta de diamante, se observa una disminución en la densidad de corriente aproximadamente a 100 mV arriba del potencial de corrosión, a potenciales más positivos se observa una ligera tendencia a su pasivación con rompimiento y regeneración de la capa pasiva formada probablemente de TiO2 como se reporta en otros estudios [7, 8, 9].

En el caso del acero inoxidable 316L se observó que este material mostró las más bajas densidades de corriente de corrosión. El potencial de corrosión no obstante que varió con el acabado superficial, éste mostró menor dispersión que el observado en el caso del Ti. Sus curvas de polarización muestran la tendencia a presentar una zona pasiva en la región anódica y posteriormente se observa un incremento en su densidad de corriente debido a un proceso de corrosión por picaduras [10].

Las curvas de polarización de las aleaciones intermetálicas sin tratamiento térmico, muestran potenciales de corrosión más negativos que los de Ti y 316L indicando una mayor susceptibilidad a la corrosión. A potenciales ligeramente arriba de sus potenciales de corrosión se observa un fuerte incremento en su densidad de corriente que indica ataque por picaduras sin lograr su pasivación.

Se espera que el tratamiento térmico de las aleaciones intermetálicas mejore su ductilidad y modifique su comportamiento frente a la corrosión [11]. En el caso del Fe_3Al con tratamiento térmico se observa que a potenciales arriba de su potencial de corrosión existe un incremento en su densidad de corriente de manera menos pronunciada a lo observado en el caso sin tratamiento térmico. Esto es similar para las tres condiciones de acabado superficial, de igual forma los valores de E_{corr}

se hacen más positivos al incrementar el grado de acabado superficial. Los valores de i_{corr} observados son ligeramente menores aunque están dentro del mismo orden de magnitud.

Conclusiones

Los biomateriales Ti y acero inoxidable 316L mostraron los potenciales de corrosión más nobles y menores velocidades de corrosión. El Ti mostró un proceso de corrosión uniforme en las condiciones de experimentación realizadas.
Las aleaciones intermetálicas mostraron potenciales de corrosión más negativos que los correspondientes para Ti y 316L, siendo más susceptibles a ataque por picaduras.
El acabado superficial afecta la densidad y tamaño de las picaduras formadas, siendo mayor a menor acabado superficial.

Referencias

1. L.L. Hench, Inorganic biomaterials. In *Advances in chemistry series 245: Materials chemistry – an emerging discipline* (eds) L V Interranate, L A Caspar, A B Ellis (Washington DC: American Chemical Society) p. 523, 1985.
2. A.F. Von Recum, Handbook of biomaterials evaluation – Scientific, technical and clinical testing of implant materials 2nd edn (Philadelphia: Taylor & Francis), 1999.
3. J. Lemons, and H. Freese, “Metallic Biomaterials For Surgical Implant Devices”. Published in BONEZoneTM, Fall 2002 Issue. Copyright 2002 Knowledge Enterprises, Inc.
4. H. Yang, K. Yang, B. Zhang. Pitting corrosion resistance of La added 316L stainless steel in simulated body fluids. Materials Letters 61 (2007) 1154–1157.
5. S. Frangini, N. De Cristofaro. Analysis of the galvanostatic polarization method for determining reliable pitting potentials on stainless steels in crevice-free conditions, Corrosion Science 45 (2003) 2769–2786.
6. P. F. Tortorelli and P. S. Bishop, in: R. H. Jhones and R. E. Ricker (Eds.). Environmental Effects on Advanced Materials, The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, P.A., (1991), p.91.
7. P.F. Tortorelli, K. Natesan. “Critical factors affecting the high-temperature corrosion performance of iron aluminides”. Materials Science and Engineering, A258 (1998) 115-125.
8. V. Shankar Rao. A review of the electrochemical corrosion behaviour of iron aluminides. Electrochimica Acta 49 (2004) 4533–4542.
9. M.C. Garcia-Alonso, M.F. Lopez, M.L. Escudero, J.L. Gonzalez-Carrasco, D.G. Morris. “Corrosion behaviour of an Fe3Al-type intermetallic in a chloride containing solution”. Intermetallics, Vol 7 (1999) 185-191.
10. X. Cheng, S.G. Roscoe. Corrosion behavior of titanium in the presence of calcium phosphate and serum proteins. Biomaterials 26 (2005) 7350–7356.
11. S. Tamilselvi, V. Raman, N. Rajendran. Corrosion behaviour of Ti–6Al–7Nb and Ti–6Al–4V ELI alloys in the simulated body fluid solution by electrochemical impedance spectroscopy. Electrochimica Acta 52 (2006) 839–846.
12. S. Luiz de Assis, S. Wolynec, I. Costa. Corrosion characterization of titanium alloys by electrochemical techniques. Electrochimica Acta 51 (2006) 1815–1819.

13. M. Salazar, A. Albiter, G. Rosas, R. Pérez. *Structural and mechanical properties of the AlFe intermetallic alloy with Li, Ce and Ni additions.* Materials Science and Engineering, A351 (2003), 154-159.
14. I. Gurappa. “Characterization of different materials for corrosion resistance under simulated body fluid conditions”, Materials Characterization 49 (2002) 73–79.
15. M.F. Lopez and M.L. Escudero. “Corrosion behaviour of FeAl-type intermetallic compounds”. Electrochemical Acta, Vol. 43, No. 7 (1998), pp. 671-678.

IDENTIFICACIÓN DE IRIDOIDES POR FTIR PRESENTES EN EL EXTRACTO DE Crescentia Alata Kunth (Cuatecomate).

De la Rosa Vicera M.E[1]; Herrera Ayala G.[1]; Hurtado García M.[1]; Quintero Cabañas S.J[1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec. Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos. ISTY_93@hotmail.com; kirangeli_skp@hotmail.com; mariela_hurtado_23@yahoo.com; sarhaj93@hotmail.com*

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo ambiental.*

Resumen: Desde la antigüedad se han utilizado diversas plantas en la medicina tradicional como remedio, un ejemplo de ello es el fruto de ***Crescentia Alata Kunth (Cuatecomate)*** su uso medicinal se remonta a tiempos prehispánicos.
La realización de este proyecto se basa en la identificación de los iridoides que están presentes en este fruto, estos pertenecen al grupo de los terpenos, son también conocidos como fitoquímicos y son los más estudiados debido a las propiedades benéficas que posee sobre la salud humana, ya que presentan propiedades antiinflamatorias, contra afecciones respiratorias, asma, bronquitis, etc.
Para su identificación se utilizaron técnicas de cromatografía en capa fina, cromatografía en columna (CC) y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier FTIR.
Con base en los resultados obtenidos se estudió la molécula de los iridoides, los cuales en su estructura molecular contienen C-O, CH_3 y un ciclopentano, lo cual justifica las señales que se presentaron en el análisis.

Introducción.

La ***Crescentia alata*** es una especie muy común de árbol de la selva baja caducifolia principalmente de regiones de clima cálido en México. El aprovechamiento que se ha hecho de esta especie es intensivo, de tipo tradicional y de uso medicinal, muy poco se sabe de la composición química de esta especie, enfocándonos en el fruto este se ha reportado que contiene aceite graso, resina ácida, ácido tánico, pectina, carotenos, ciclopentano iridoides (crescentinas), fenoles y flavonoides (epigenina, quercitina) [1-2].

Se ha encontrado que en ***Crescentia Alata*** uno de los compuestos activos que contiene propiedades que ayudan a mantener una buena salud y contribuyen a la prevención y/o tratamiento de varias enfermedades como por ejemplo: cáncer, enfermedades respiratorias, regular el metabolismo celular, regenerar y revitalizar a todas las células de nuestro cuerpo, es el ciclopentano iridoides [3] (Tabla 1), este compuesto es un fitoquímico bioactivo que rara vez se encuentra en las frutas. Tienen una amplia gama de bioactividades. Son muy estables y resistentes a la degradación durante el procesamiento y almacenamiento.

TABLA 1.-Fitoquimicos más estudiados por sus propiedades beneficiosas sobre la salud humana .

FITOQUÍMICOS		PROPIEDADES
TERPENOS	**Iridoides**	Amebicida Antiinflamatoria Antimicrobiana
	Saponinas	Anticancerígena Antiinflamatoria Hipocolesterolemiante
	Carotenoides	Antioxidante Prevención de degeneración muscular Prevención de enfermedades cardiovasculares

Se le conocen como iridoides a un grupo de monoterpenos (C_{10}), que presentan como esqueleto de carbono el 1-isopropil-2,3-dimetillciclopentano (Figura 1), denominado como iridano [4].

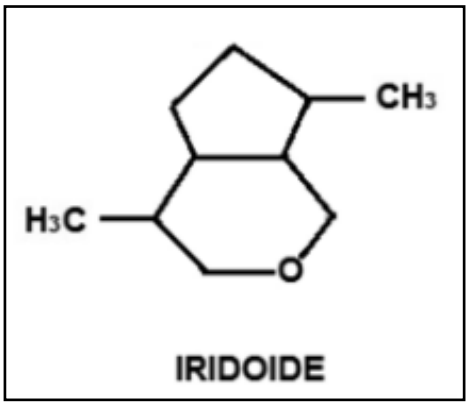


Figura 1.- molécula de Iridoide.

Los iridoides pueden encontrarse como estructuras abiertas (secoiridoides), o cerradas (iridoides propiamente dichos), y generalmente aparecen en forma de heterósidos, mayoritariamente como glucósidos.

Dentro de los principales compuestos considerados hasta el día de hoy como fitoquímicos, podemos encontrar, entre otros, los terpenos (p.e. carotenoides y saponinas), los polifenoles (p.e. flavonoides), los fitoestrógenos (isoflavones y lignanos), los compuestos azufrados (p.e. glucosinolatos), los polisacáridos (glucanos) y los fitoester.

Sección Experimental

Se utilizó el extracto de la pulpa del fruto de ***C. Alata Kunth*** como materia prima, el cual se extrajo por una maceración con acetato de etilo y fue filtrado al vacío. Posteriormente una vez que los componentes de las muestras fueron identificados, así como el sistema adecuado para la elución, a las muestras obtenidas se les realizó una cromatografía de capa fina. La muestra que presentó

mayor número de componentes se le realizó cromatografía en columna para recolectar las fracciones que esta contenía. Una vez obtenidas las fracciones se repitió el análisis de cromatografía de placa fina para identificar las fracciones idénticas y posteriormente se les realizó una espectroscopia FTIR. (el procedimiento completo se describe en la publicación de Areli M. Salgado-Delgado y colaboradores en la revista de investigación científica y tecnológica Nousitz No.57 de junio 2014) [5].

Resultados y Discusión.

Como se muestran en los espectros de las figuras 2, 3 y 4, la identificación de cada señal nos indica la presencia de carbonos, hidrógenos, oxígeno y anillos aromáticos lo que coincide con la molécula de los iridoides (figura 1) la cual en su estructura contiene dichos elementos, por lo cual se atribuye que estas señales corresponden a la estructura molecular de los iridoides.

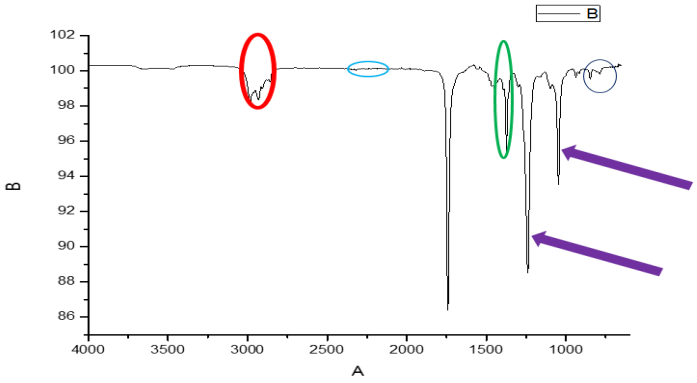


Figura 2.- FTIR de la muestra 1.

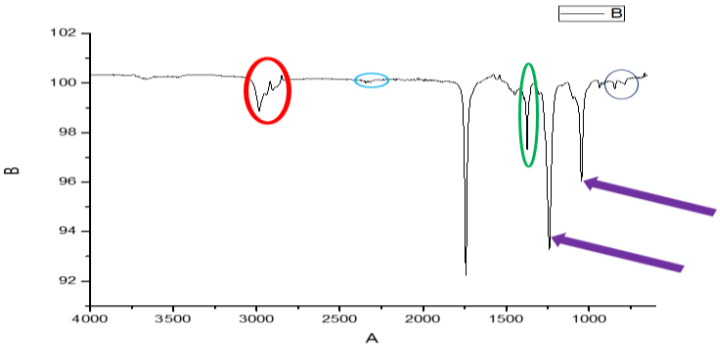


Figura 3.- FTIR de la muestra 2.

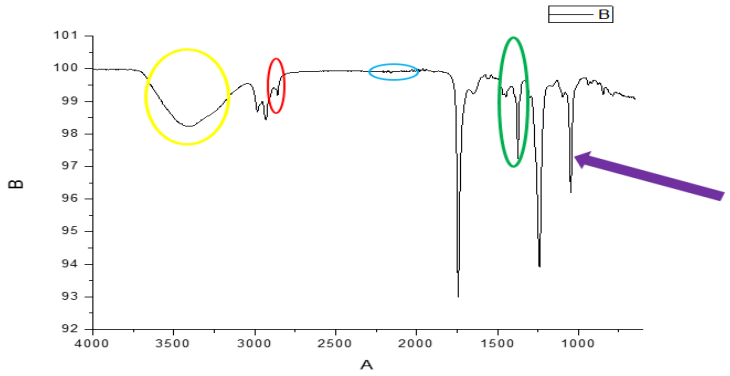


Figura 4.- FTIR de la muestra 3.

En las figuras 2, 3 y 4 se observan a los 3000-2800 cm^{-1} y 1450-1200 cm^{-1} señaladas en rojo y en verde las bandas correspondientes a la región alifática de los carbonos, a los 1000 cm^{-1} señaladas con las flechas moradas se muestran las bandas de C-O, a los 3500 cm^{-1} señalada en amarillo se observó la señal correspondiente al H enlazado al O y a los 2200 señalado en azul se encuentran las sustituciones de los anillos aromáticos.

Conclusiones.

Al término de la investigación se concluye que las señales obtenidas en los FTIR pueden pertenecer a los grupos funcionales alquilo, ciclopentil y 1-isopropil-2,3-dimetillciclopentano que contiene la molécula de los iridoides, hasta este momento, las variables estudiadas y los resultados obtenidos aportan información valiosa para continuar con este tema de investigación, por lo cual se sugiere continuar con análisis de Espectroscopia de Líquidos y espectrometría de masas (MS), para corroborar la molécula de los iridoides.

Agradecimientos.

Agradecemos a la doctora Zully Vargas Galarza por su colaboración desinteresada, por su tiempo invertido en la realización de este trabajo, por sus sugerencias y correcciones que le dieron más calidad al proyecto.

Referencias.

11. T. K. Lim (2012). “Crescentia cujete”, Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, Fruits, Vol 1. pp 480-485.
12. Peralta Valverde Gabriel, Contribución al conocimiento de cirián (Crescentia alata Kunth.) variabilidad, selección, morfología, citogenética y fitoquímica. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2012.
13. Kaneko T. Ohtani K., Kasai R., Yamasaki K. y Duc N. M. “Iridoids and iridoid glucosides from fruits of Crescentia cujete.
14. Marcano, Deanna; Hasegawa, Masahisa. Fitoquímica orgánica. Ed.; Torino, Venezuela, 2002; 256-259.
15. Revista de investigación científica y tecnológica NOUSITZ No.57 pag.15-21.

IDENTIFICACIÓN DE SAFROL POR CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA Y FTIR PRESENTE EN *Piper auritum kunth* (Hierba santa).

Y. M. Muñoz-Casares[1], I. Mejía-Vigueras[1], A. F. Toledo-Peña[1], K. M. Zamorano-Martínez[1]

[1]*Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Zacatepec. casares1769@hotmail.com, mejia_13182@hotmail.com, bishi_27@hotmail.com, karlazam_4@hotmail.com. Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780,*

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen:
En la actualidad en la industria se ha desarrollado un amplio interés por los principios activos de plantas medicinales. En México existen gran variedad de plantas silvestres que contienen estos compuestos de las cuales se conoce poca información. En el presente trabajo se buscó obtener información de la composición química de la planta "*piper auritum kunth*" comúnmente conocida como hierba santa, utilizada en la cocina mexicana, el extracto se caracterizó por cromatografía de capa fina y se identificaron por Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) señales características de los grupos funcionales de la molécula safrol. Al safrol, se le atribuyen propiedades antibacterianas, además, tiene una alta demanda en la industria de insecticidas y plaguicidas en sentido general.

Palabras clave: espectroscopia, composición, cromatografía.

Introducción.

El género *Piper* pertenece al *Piperaceae* y tiene más de 700 especies distribuidas en ambos hemisferios. Ellos son erectos o hierbas trepadoras, arbustos o árboles. Las especies de *Piper* tienen alta importancia comercial, económica y medicinal [1].

Piper auritum (*Piperaceae*) es un arbusto subleñoso de hasta 4 m de altura, conocida como Santamaría de anís, Anisillo o hierba santa, usada como condimento en países de América Central. Sus hojas se emplean como emoliente, agente antirreumático, diurético, estimulante y abortivo (ver figura 1).

Figura 1. Hojas y arbusto de *Piper auritum kunth* "hierba santa"

Posee actividad antiinflamatoria, antibacteriana, antifúngica y antidermatofítica. Este género posee fenilpropanoides, lignanos, sesquiterpenos y monoterpenos como borneol, alcanfor, cineol, eugenol, safrol y una amplia variedad de componentes bencénicos [2].

El safrol (ver figura 2), es un monoterpeno oxigenado, presente como compuesto mayoritario en especies tales como, sassafras (70-80%) y Ocotea cymbarum (90%) [3]. Hace parte de la lista de sustancias controladas por las autoridades, debido a su uso como precursor en la síntesis de drogas de uso ilícito como MDMA [4] y por su efecto carcinogénico y citotóxico [5]. No obstante, es útil en la hemisíntesis de compuestos de elevada actividad biológica [3].

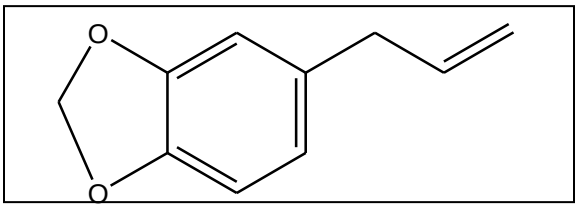


Figura 2. Molécula de safrol

Por otro lado se ha observado que los extractos *P. auritum kunth* reducen el crecimiento de gloeosporioides *Colletotrichum* en papaya Maradol [4].

Las técnicas de cromatografía permite la separación de componentes estrechamente relacionadas en mezclas más complejas. La cromatografía en sus orígenes era exclusivamente una técnica de separación que se transformó en una técnica de análisis cuando se acoplo con un dispositivo para monitorizar las especies químicas que se iban separando. Así, la cromatografía se ha convertido en un método analítico de primer orden, para separar, identificar y cuantificar los compuestos presentes en muestras liquidas o gaseosas (para muestras solidas se requiere hacer extracción o disolución).

Sección Experimental

Material. Se utilizó extracto de las hojas de *P. auritum kunth* como materia prima, Como reactivos se emplearon los siguientes: acetato de etilo, Hexano, ácido sulfúrico, cloruro de cobalto. Placas de cromatografía con revelador UV, columna de vidrio de 50 cm, silica gel 60 para columna y Yodo sublimado.

Equipo. El instrumental utilizado fue: Parrilla con agitador magnético, lámpara UV. FT–IR marca *PerkinElmer* modelo *Spectrum Two.*

Metodología.
Obtención del extracto. Se recolecto la hoja de *P. auritum kunth* en la región de Tlaltizapan, Morelos. Se prepararon extractos a partir de hojas frescas, uno con agua y otro con etanol. El tiempo de ebullición con agua fue de 2 h y con alcohol de 15 min.

Cromatografía de capa fina: Los dos extractos de *P. auritum kunth* en etanol y agua se concentraron con un rota evaporador, obteniendo 6 muestras A, B, C, D, E y F, (ver figura 3).

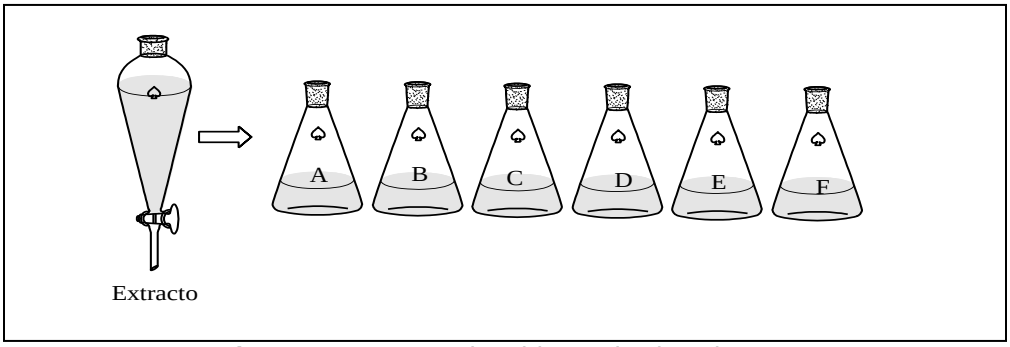


Figura 3. Muestras obtenidas en los lavados.

La metodología empleada en cromatografía en capa fina y en columna se llevó a cabo de acuerdo a Salgado y colaboradores en el 2014 [6].

Para cromatografía en capa fina se realizó cortando placas de sílica gel de 5x7 cm. Una vez que se llevó a cabo la elución se revelaron con la lámpara UV, y posteriormente en yodo sublimado, se tomaron placas de cromatografía en capa fina a cada una de las muestras de la Figura 3 con diferentes sistemas de elución, Acetato de etilo 100%, 70:30, 10:90 y 50:50 de Acetato de Etilo/Hexano.

Identificando los componentes que se observaron, por último se aplicó solución reveladora de ácido sulfúrico, cloruro de cobalto y agua, calentando la placa observando los colores de los componentes que están presentes en cada una de las muestras.

Cromatografía en columna: una vez identificados la cantidad de componentes presentes en cada una de las muestras A, B, C, D, E y F, así como el sistema adecuado para la elución, se escogió la muestra B (ver figura 6) que contenía mayor número de componentes y se colocó dentro de una columna cromatográfica previamente empaquetada. La muestra se dejó eluir en un sistema de acetato de etilo – hexano 50:50, recolectando las fracciones obtenidas. A estas fracciones se les volvió a tomar placa para identificar las fracciones idénticas.

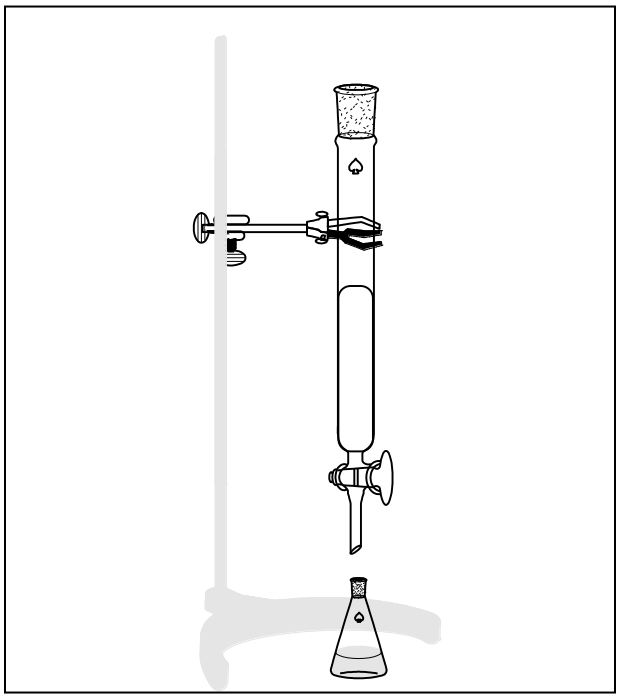


Figura 6. Separación por columna de los componentes de la muestra B.

Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR): las fracciones idénticas fueron concentradas y analizadas por espectroscopia infrarroja por Transformada de Fourier.

Resultados y Discusión.

Cromatografía de capa fina: El sistema para trabajar es la elución 50% acetato de etilo- 50% hexano. (Fig.5), ya que mostró poseer mayor cantidad de compuestos.

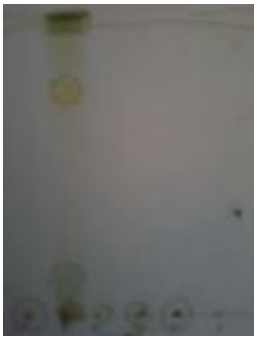


Figura 4. Elución 50% acetato de etilo – 50% hexano

Cromatografía en columna: La muestra se colocó dentro de una columna cromatográfica. Se dejó eluir recolectando un total de 26 fracciones, las cuales se juntaron y se concentraron etiquetándolas de la siguiente manera F2-3 y F15-20.

Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR): Las fracciones obtenidas se analizaron por FTIR, así como las muestras obtenidas que no se separaron en cromatografía en columna, dando a conocer los resultados de los espectros mostrados en las siguientes figuras [6].

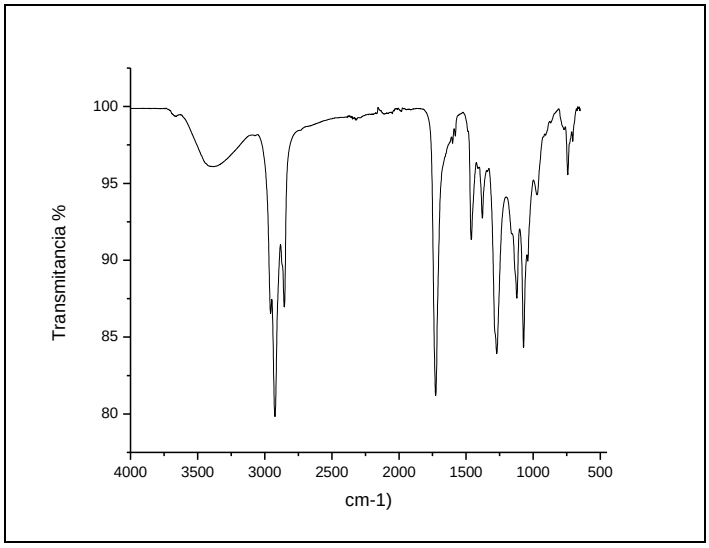


Figura 5. FTIR de fracción F2-3 del aceite esencial de hojas verdes.

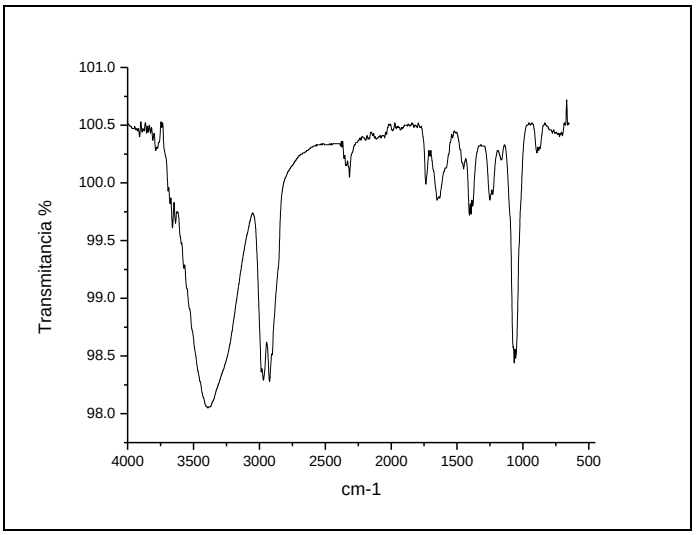


Figura 6. FTIR de fracción F15-20 del aceite esencial de hojas verdes.

En la figura 5 y 6 se muestran señales correspondientes a regiones aromáticas como C=C en los 1600 cm^{-1} y 2300 cm^{-1}, de igual manera se aprecia de los 900 a 1100 cm^{-1} el enlace C-O, los .Estos son determinados como grupos funcionales característicos del safrol, los cuales fueron comparados con los reportados en la literatura como se muestran en la Figura 7.

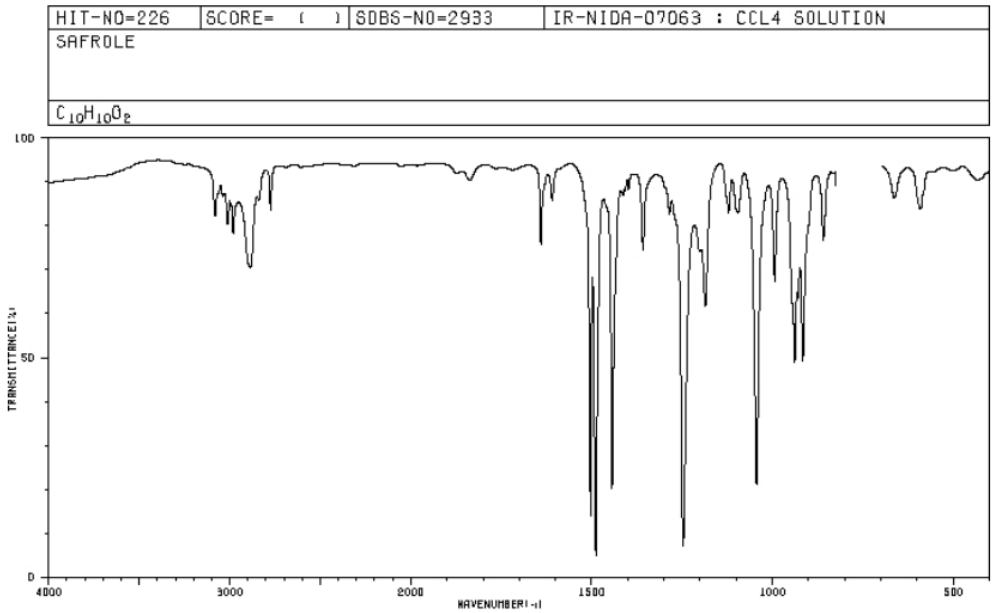


Fig. 7. Espectro IR de safrol.

Conclusiones.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir lo siguiente:

La muestra utilizada, estraída con mezcla 50-50, debido a su mayor cantidad de componentes revelados por cromatografía en capa fina fue la seleccionada para su separación en cromatografía en columna. Los resultados obtenidos en los espectros de las figuras 5 y 6 muestran señales de grupos funcionales de los éteres fenólicos característicos de la molécula de safrol; el anillo aromático en los 2300 cm^{-1}, el enlace C-O de los 900 a 1100 cm^{-1} y los dobles enlaces C=C ubicados en 1600 cm^{-1}. Según la literatura estos grupos son los caracteristicos de la molecula de safrol que se encuentra en la planta *Piper auritum* l. Debido a que pudieron ser identificados los principales grupos que pertenecen a dicha molécula, se sugiere usar en un futuro otras técnicas de identificación para verificar por completo la existencia del safrol.

Por medio de la comparación del espectro reportado en la literatura de la molécula de safrol con los obtenidos en esta investigación se presume que dicha molecula esté presente en la *P. auritum kunth*.

Agradecimientos.

Agradecemos a nuestra asesora I.B.Q. Areli Marlen Salgado Delgado con la cual tuvimos el gusto de aprender y desarrollar nuestros conocimientos ya que nos brindó su apoyo y confianza para lograr este proyecto.
De igual manera agradecemos a la Dra. Zully Vargas Galarza por motivarnos y crear esa valentía y decisión en este proyecto que no creíamos posible.
A nuestros amigos que nos han apoyado siempre, en los momentos más difíciles y cuando más los necesitábamos.

Referencias.

[1] Virinder S. Parmar, *et al.* (1997) "Phytochemestry of the genus *piper".* Phytochemisrry, 46, 4

[2] Yaíma Sánchez, *et al.* (2011) "Actividad Promisoria de aceites esenciales de especies pertenecientes a la tribu *pipereae* frente a *Artemia salina* y *Xanthomonas albilineans", Rev. Protección Veg.* 26, 1

[3] García Rios A. *et. al.* (2007) "Determinación de la Composición química y actividad antioxidante *in* vitro del aceite esencial de *Piper auritum Kunth (Piperaceae)* difundida en la costa colombiana". Scientia et Technica Año XIII, No 33

[3] Naciones Unidas, Oficina contra la droga y el delito, Tendencias mundiales de las drogas ilícitas, Nueva York, 2003.

[4] Lilia A. Conde-Hernández, José Á. Guerrero-Beltrán (2014) "Total phenolics and antioxidant activity of *Piper auritum* and *Porophyllum ruderale" Food chemistry* 142.

[5] Areli M. Salgado-Delgado, René Salgado-Delgado (2014) "Separación de compuestos activos de *Piper auritum* por cromatografia y análisis de FTIR", Nousitz,. 58.

VIABILIDAD DE UN SIMULADOR ECOLOGICO UTILIZANDO EL MODELO DE APRENDIZAJE INTEROA-3D

E. Anguiano- Bello[1], A. Carrillo- Quiroz[2], F.J. Ramírez-Sandoval,[3], M. Silva-Cuevas[4], and E. Pacheco-Salgado[5]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala, carretera nacional Iguala-Taxco Esquina Periférico Norte s/n – ernestinaa@hotmail.com; [2]titulo@hotmail.com; [3]fjavier_rs@hotmail.com; [4]ebenecer89@hotmail.com; [5]epacheco_salgado@hotmail.com.

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen- El presente trabajo surge de la preocupación por el medio ambiente y de buscar la forma de aprovechar los avances en la tecnologia para desarrollar una herramienta que pueda crear una mayor conciencia ecológica en las personas. A través de la implementación del Simulador Ecológico 3D (SE-3D), un pequeño centro de educación virtual sobre el cambio climático desarrollado en un ambiente de inmersión 3D que logre crear una mayor conciencia ecológica y que involucre a los usuarios con los problemas ambientales de su comunidad real.

Introducción.

En el Município de Apaxtla, ubicado en la región Norte del Estado de Guerrero se ha practicado la caza de animales en forma no controlada a tal grado que en la actualidad muchas especies se encuentran en peligro de extinción como el venado, la liebre, codorniz, víbora de cascabel, coyote, zorra etc.
Por otro lado, nuestro medio ambiente se está viendo afectado por nuestro estilo de vida, debido a nuestra falta de cultura ecológica, lo que ha provocado el cambio climático que estamos viviendo hoy en día.

El Simulador Ecológico 3D es un centro educativo ambiental que se divide en dos fases, la fase de instrucción y la fase de colaboración de grupo. Estas dos fases están formadas de objetos 3D que se comunican entre ellos para mantener una buena interacción con el avatar. La fase de instrucción pretende ofrecer al avatar la opción de adquirir conocimiento de dos distintas formas que se presentarán más adelante. En la Figura 1 se aprecia el bosquejo que se realizó con la intención de analizar y distribuir los objetos principales en esta aplicación.

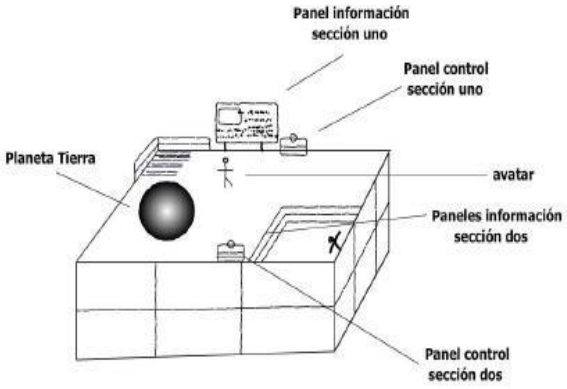


Figura 1. Simulador Ecológico 3D.

INTEROA-3D. Es un modelo basado en SCORM (del inglés Sharable Content Object Reference Model) que propone el uso de estilos de enseñanza para la creación de objetos de aprendizaje dentro de mundos virtuales inmersivos. El Simulador Ecológico 3D se apega lo más posible a éste modelo con intensión de mejorar la experiencia del usuario ante el uso de objetos de aprendizaje con contenido 3D dentro de una plataforma virtual de inmersión 3D, de tal forma que potencialice el aprendizaje individual y colaborativo de los usuarios.

Metodologia

Para desarrollar este trabajo se clasificaron seis etapas que se muestra em la figura 2.

Figura 2. Metología Solución.

En la primera etapa de la se estudiaron los distintos Objetos de Aprendizaje en 3D existentes con la intensión de conocer el funcionamiento de cada uno de ellos y así entender como pueden ser aplicados en diferentes contextos.
En la segunda etapa se definió el uso del modelo InterOA-3D para poder generar un buen aprendizaje en el usuario o avatar, apoyándose en los distintos estilos de enseñanza y los patrones de interacción que se generan.

Interfaz del Simulador Ecológico 3d

A continuación se describe de manera detallada la forma en que el Simulador ecológico 3D interactúa con los Avatares dentro del mundo virtual de SecondLife. En la figura 3 se muestra los sitios virtuales donde se implemento el simulador ecológico 3D y donde los avatares interactúan con los distintos objetos de aprendizaje.

Figura 3. Simulador Ecológico 3D

Aqui el avatar recibe una "NoteCard" que le explica la secuencia y comportamiento de los objetos de aprendizaje que se encuentra en distintas locaciones virtuales.

El simulados ecológico 3D le permite a los usuarios experimentar un aprendizaje por medio de los distintos objetos desarrollados en dos diferentes fases:

- **Instrucción**
- **Colaboración grupal**

La fase de instrucción está dividida en dos secciones. En ambas fases se presentan distintos estilos de enseñanza y patrones de interacción de los modelos InterOA-3D que han sido descritos anteriormente.

En la figura 4 se muestra la sección Aula del clima de la fase de instrucción, aquí el avatar como primer paso solicita información a la guía para entender el funcionamiento de los objetos de aprendizaje. Cuando ingresa al cuarto para recibir la información sobre el cambio climático tiene que tomar asiento, durante el proceso recibirá información y un objeto 3D que lo ayudará a entender mejor algunas definiciones. Además tiene que poner atención ya que al final presenta un pequeño examen (Quiz en inglés) donde

podrá saber su resultado solicitando la información a la guía de la sección uno de la fase de instrucción.
El avatar tiene la opción de seleccionar dos presentaciones diferentes sobre cambio climático. Los objetos 3D que recibe son seleccionados aleatoriamente de tal forma que no siempre recibirá el mismo objeto. En una de las presentaciones el avatar se tiene que adaptar al tiempo límite en que se le presenta cada platilla de información por lo que tendrá que ser más rápido y poner más atención.

Figura 4. Fase de Instrucción (sección Aula del clima)

En la figura 5 se muestra la sección SOS de la fase de instrucción donde el avatar tiene un mayor número de opciones sobre la información que puede recibir. Como primer paso solicita información a la guía de esta sección, después en los paneles de control el avatar tiene que tomar la decisión de la información que desea recibir a través de los paneles de información que se encuentra en el techo de la casa y del SOS (ScienceOn a Shere®) virtual que le muestra información a través de imágenes satelitales.
En ésta sección el avatar puede interactuar con más avatares para analizar la información que recibe; y así poder llegar a conclusiones que incrementen su conocimiento sobre el cambio climático en cada uno de ellos. Los avatares pueden encontrar información sobre los países que más consumen energía, los que más generan basura, los países más poblados, la geografía del planeta Tierra.

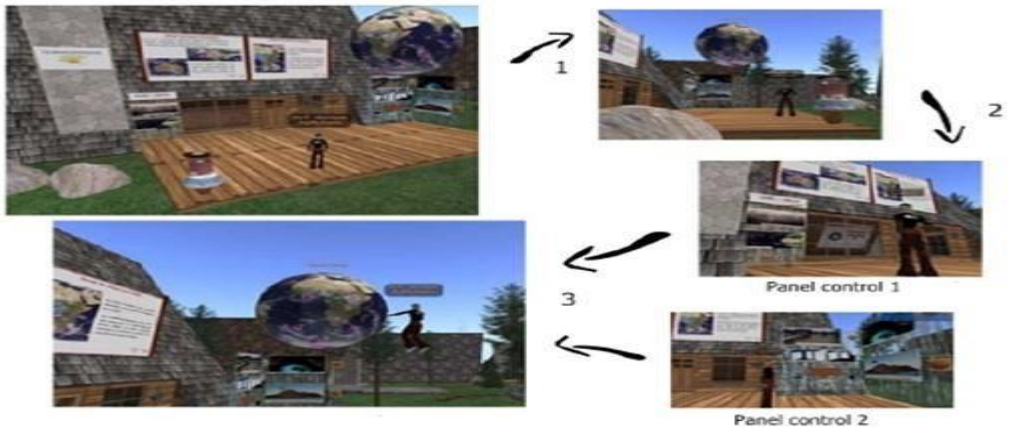


Figura 5. Fase de Instrucción (sección SOS)

En la figura 6 podemos observar el panel de control donde podemos manipular estas variables mencionadas anteriormente y observar sus consecuencias en un año determinado del futuro. De tal forma que a través del SOS virtual y las pantallas de información podemos ver y saber que tanto aumenta la temperatura del planeta si reducimos el porcentaje de contaminación al año de alguna de estas variables.

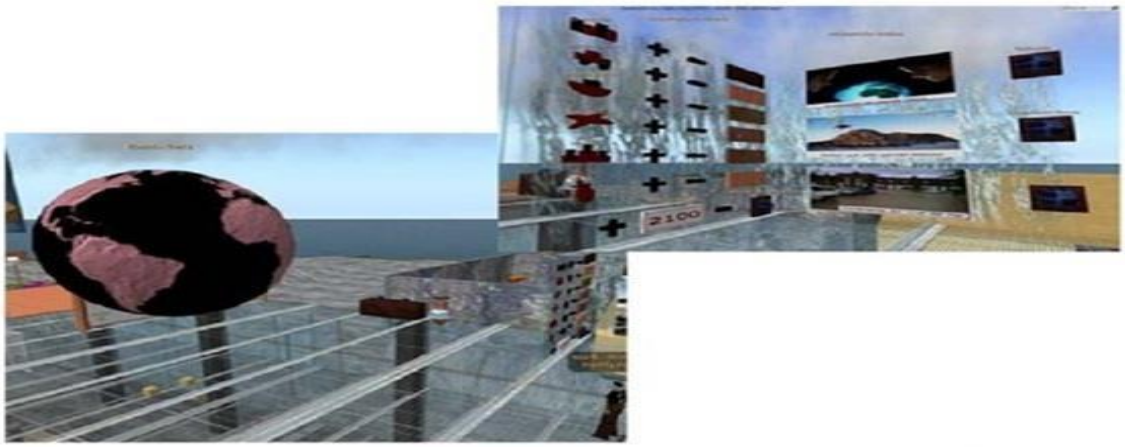


Figura 6. Fase de Instrucción (Sección SOS)

En la figura 7 se muestra la interacción entre dos avatares donde uno de ellos hace una presentación a través de una pantalla en la que presenta información a través de textos, imágenes, sonidos, archivos multimedia, con posibilidad de poder tele-transportarse a otros sitios virtuales y tener enlaces a sitios Web que son visualizados en el navegador Web con los que cuenta la plataforma de SecondLife.
En dos de las imágenes de la Figura 7 se está analizando una imagen sobre los lugares con mayor humedad del planeta Tierra.

Figura 7. Fase de Colaboración Gupal.

Resultados

Dentro de los resultados que se obtuvieron de las pruebas de usabilidad se encuentran las siguientes:
Los usuarios no tuvieron muchos problemas para aprender a manejar los controles de visión y movimientos del avatar dentro de la plataforma virtual de SecondLife. Los usuarios consideraron que es más interesante aprender estos conceptos sobre el medio ambiente utilizando los objetos 3D en plataformas de inmersión 3D que a través de enciclopedias en línea.

Conclusiones

El simulador Ecológico 3D es una aplicación desarrollada en una comunidad virtual con un ambiente de inmersión 3D con el objetivo de incrementar la conciencia ecológica además de involucrar a los miembros de dicha comunidad con los problemas de la comunidad real, como lo es en este caso la Ciudad de Apaxtla.

Second Life es una comunidad virtual donde se implementó esta aplicación. Se tomó la decisión de la Ciudad de Apaxtla de Castrejón que concluyo que SL es una plataforma viable para desarrollar OA3D porque mantiene un balance entre la realidad, desempeño e interactividad.
El Simulador Ecológico 3D busca llegar a personas por medio de estas tecnologías con la que contamos actualmente y mostrarles la forma en la que el planeta se está viendo afectado por nuestras acciones debido a nuestro estilo de vida.

Somos un mundo de personas que necesita concientizarse y comprender que nuestra vida depende de mantener en equilibrio nuestro entorno. Es necesario que aprendamos ya a proteger la naturaleza y nuestra relación con su entorno.

Referencias

1. A. Gore *Una verdad Incómoda*, Paramount Home Entertainment.
2. O. Caro *SecondLife*, Editorial alfaomega, México 2008.
3. E. Bustamante *Redes Sociales y comunidades Virtuales en Internet*, Editorial Alfaomega, México.
4. F. Álvarez *Documental la esfera*, Sicom canal 26.
5. A. Martínez *Un Modelo para Representación de Objetos de Aprendizaje con elementos 3D*, Universidad de las Américas Puebla.
6. J. Preece *Online Comunnities England*, Editorial Wiley.

Autorización y renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) para publicar el escrito en el libro electrónico del CONGRESO INTERNACIONAL EN TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN y DOCENCIA 2013. El ITZ o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

DEGRADACIÓN DEL 2-CLOROFENOL CON NANOPARTÍCULAS DE FE_2O_3 DEPOSITADAS SOBRE NANOTUBOS DE CARBÓN Y RADIACIÓN VISIBLE

J. C. Ochoa-Jaimes [1] , R. Suárez-Parra [2] , L. A. Arau-Roffiel [1]
[1] Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Zacatepec. Calzada Instituto Tecnológico No.27, Zacatepec de Hidalgo, Morelos, C.P. 62780- ochoajaimesjc@hotmail.com , laraur@yahoo.com.mx .
[2] Departamento de Materiales Solares: Laboratorio de Nanoestructuras y catálisis: Instituto de Energías Renovables (IER) Xochicalco S/n, Centro, 62580 Temixco, Morelos- rsp@ier.unam.mx.

***Área de participación**: Procesos de remediación ambiental con materiales semiconductores Nanoestructurados como catalizadores y energía solar.*

Resumen: Se evaluó cinéticamente la actividad catalítica de nanoestructuras de Fe_2O_3 provenientes de diferentes sales precursoras $FeCl_2$, $FeCl_3$, $FeSO_4$ y $Fe_2(SO_4)_3$ soportadas (nanotubos y nanopartículas) en la degradación del 2-Clorofenol. Se compararon los resultados utilizando a los nanotubos como soporte para las nanopartículas y la actividad catalítica de las nanopartículas solas. Los nanotubos se sintetizaron por el método de spray pirolisis utilizando como fuente de carbono el aguarrás y como catalizador el ferroceno. La degradación se llevo a cabo en unos reactores de 500 mL, en presencia de luz UV visible provista por un foco de luz blanca. La caracterización de las nanoestructuras se realizó mediante SEM. Se encontró que los resultados obtenidos en la degradación del 2-clorofenol utilizando a los nanotubos como soporte se necesita de más tiempo de degradación en comparación si solo se utilizan las nanopartículas solas.

Introducción.

Hoy en día sabemos sobre la importancia en el cuidado del medio ambiente, la contaminación del agua es un tema importante debido al efecto nocivo en las formas de vida y su impacto en los ecosistemas sin dejar a un lado la demanda por aguas de mejor calidad para la sociedad. Es por esto que el tema de la contaminación del agua ha despertado el interés en el control y destino de contaminantes en fuentes de agua.

Las fuentes principales de la contaminación del agua son las aguas residuales municipales e industriales [1], por ejemplo la industria petroquímica seguirá produciendo combustibles como la gasolina y el diesel. De tal manera que los procesos de refinación del petróleo seguirán generando contaminantes como el fenol y sus derivados. Los fenoles constituyen un contaminante indeseable, pues éstos le confieren al agua características organolépticas desagradables y nocivas para la salud humana, entre otros problemas [2]. Para la degradación de contaminantes químicos presentes en cuerpos de agua se utilizan métodos de biodegradación, los cuales no son eficaces para eliminar el color y toxicidad debido a la presencia de estructuras polifenólicas.

De igual manera estos tratamientos son muy sensibles a los cambios de pH, temperatura y presencia de tóxicos que pueden inhibir la actividad microbiológica.

Por esta razón es necesario desarrollar metodologías eficientes de degradación de compuestos químicos. Una de las técnicas estudiadas actualmente para la remoción de contaminantes es la fotocatálisis heterogénea, la cual consiste en la destrucción de los contaminantes mediante el empleo de radiación solar ultravioleta y catalizadores con el objeto de formar radicales hidroxilo, los cuales posteriormente tendrán un efecto oxidante sobre los contaminantes químicos. En este proceso la oxidación tiene lugar directamente en la superficie de la partícula que se utiliza como catalizador o semiconductor, siendo la radiación solar la única fuente de energía [3]. Se sabe que las nanoestructuras huecas, como los nanotubos de carbono (NTC) son materiales muy interesantes debido a su elevada área superficial, conductividad eléctrica, baja densidad y alta permeabilidad [4]. Se ha demostrado que los nanotubos de carbono funcionalizados con TiO_2 exhiben una mayor oxidación fotocatalítica del fenol en comparación con el TiO_2 puro. [5].

Una alternativa económicamente viable como sustituto de TiO_2 como catalizadores, es el uso de compuestos de Hierro (III). Los óxidos de hierro (III), absorben luz visible. La mayoría de ellos poseen propiedades semiconductoras y han demostrado tener interesantes propiedades fotocatalíticas [6].

En el presente trabajo se realizó la degradación del 2-Clorofenol utilizando como catalizadores nanopartículas (NPs) de oxido de hierro (Fe_2O_3) depositadas sobre nanotubos de carbón (NTC). El seguimiento del proceso de fotodegradación del contaminante se hizo por espectrofotometría UV-Vis. Las NPs de Fe_2O_3, se prepararon con las sales $FeCl_2$, $FeCl_3$, $FeSO_4$ y $Fe_2(SO_4)_3$, peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y radiación visible. Se realizó una microscopía de barrido de electrones para detectar la presencia de las nanopartículas en los nanotubos de carbón.

Sección Experimental.

Síntesis y Purificación de nanotubos de carbón.
Se preparó una solución 0.2 Molar de ferroceno en aguarrás de madera, se precalienta el horno a una temperatura de 750°C, se inyecta nitrógeno a.04 L/min, después se inyecta la solución preparada en el dispersor lentamente y sin meter burbujas de aire. Cuando se termina de inyectar la disolución se espera unos cinco minutos y después se baja el flujo del nitrógeno, se procede a apagar el horno y esperar a que se enfríe.

La purificación se realizó por tratamiento en medio acido, para ello se colocó en un matraz bola 100 mL de HNO_3, y se sometió a reflujo durante 24 horas a 100ºC. Finalizado el tiempo, se filtró y se realizaron lavados con agua deionizada y se secaron los NTC en una estufa de vacío.

Preparación de las disoluciones madre
Cloruro ferroso $FeCl_2$, Cloruro Férrico $FeCl_3$, Sulfato Ferroso $FeSO_4$ y Sulfato Férrico $Fe_2(SO_4)_3$ Se preparó cada una de las disoluciones anteriores con una concentración de 0.001 Molar, posteriormente se dispersaron los nanotubos de carbón en las disoluciones en una relación 2:1 en peso de sal utilizada para la concentración de 0.001 M. y se dejó en agitación durante 24 horas y se guardaron en frascos ámbar.

Procedimiento de formación de nanopartículas y degradación del contaminante:
Se midieron 50 mL de la disolución de la sal madre a analizar y se aforó a 200 mL con agua deionizada y se colocó en un vaso de precipitado y se mantuvo en agitación constante de 800 r.p.m. durante 10 minutos, llamamos a esto vaso 1. Mientras tanto se midió 2 mL de peróxido de hidrógeno y se aforó a 200 mL el cual se colocó en otro vaso a este llamamos vaso 2. Transcurridos los 10 minutos que se le dio al vaso 1, se agregó el vaso 2 al vaso 1 de manera lenta de modo que la disolución del vaso 2 resbalara por las paredes del vaso 1. Después se ajustó el pH con el sistema en que se trabajaría ya sea a pH 3 o pH 2.5 y dependiendo de la sal precursora de las NPs de Fe_2O_3 con la que se trabajó se ajustó el pH con ácido clorhídrico para los cloruros o ácido sulfúrico para los sulfatos. Se dejó transcurrir otros 10 minutos para que la disolución se homogenizara, transcurrido este tiempo se adicionó 100 mL del contaminante a una concentración de 500 mg/L. El momento en que se adiciona el contaminante es nuestro tiempo cero y es cuando inicia nuestra reacción e inmediatamente se enciende la lámpara.

Resultados y Discusión.

SEM de los NTC Obtenidos.

En la Figura 1, se muestra la imagen obtenida por microscopía de barrido de electrones. Aquí se puede observar a los nanotubos antes de la fotocatálisis tal y como se obtuvieron después de la síntesis y funcionalización.

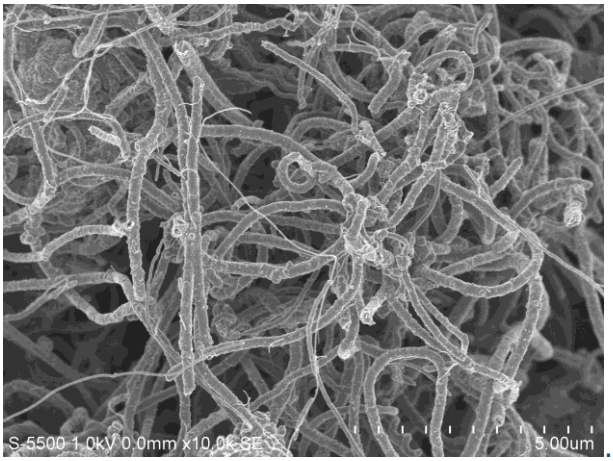


Figura 1. Nanotubos, Se observan los nanotubos a 10 000 aumentos obtenida del SEM.

SEM de los nanotubos y las NPs de Fe_2O_3

En las figuras 2A-D, se observan imágenes obtenidas del SEM de los NTC y las NPs de Fe_2O_3 recuperados después de la degradación del contaminante 2-Clorofenol mediante filtración y secado en la estufa de vacío.

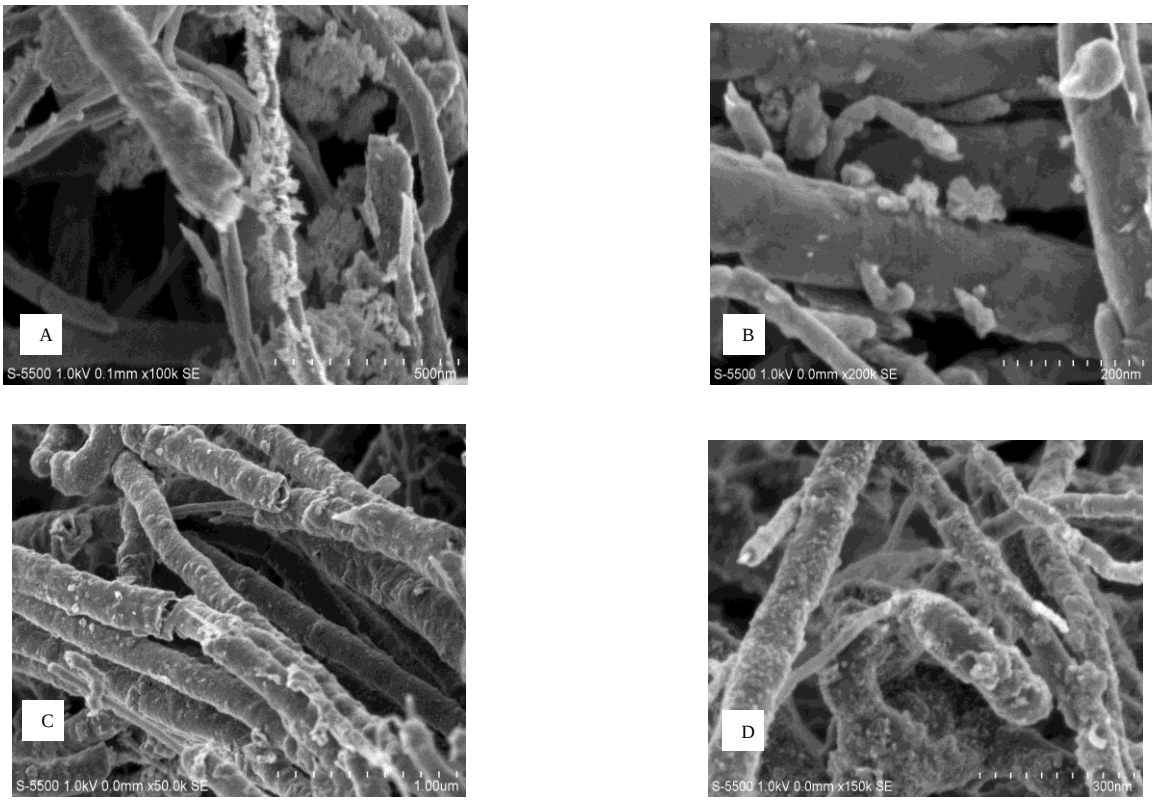


Figura 2 .Nanotubos de carbón con NPs de óxido de hierro provenientes de diferentes sales precursoras después de la degradación del 2-Clorofenol obtenidas del SEM. A) sulfato férrico con un aumento de 100 000 veces. B) sulfato ferroso con un aumento de 200 000 veces. C) cloruro férrico con un aumento de 50 000 veces. D) cloruro ferroso con un aumento de 150 000 veces.

Resultados de la Degradación con Nanotubos de carbón a pH 3.

En la Figura 3, se observa una comparación de las cuatro sales precursoras de las NPs de óxido de hierro a pH 3, como se aprecia en la gráfica en los primeros 20 minutos de reacción se forman compuestos intermediarios que poseen un coeficiente de absortividad mayor que el 2-clorofenol e incrementan la absorbancia, lo que se traduce en un incremento falso de concentración del 2-Clorofenol. Sin embargo al paso del tiempo el contaminante y los intermediarios son degradados. En el caso de las NPs de óxido de hierro formadas a partir de la sal de sulfato ferroso el contaminante se degrada en 90 minutos, después los óxidos de hierro formados por la sal cloruro férrico con 120 minutos, posteriormente los óxidos formados por la sal de sulfato férrico con 190 minutos y por último los óxidos formados de la sal de cloruro ferroso con más de 210 minutos de reacción.

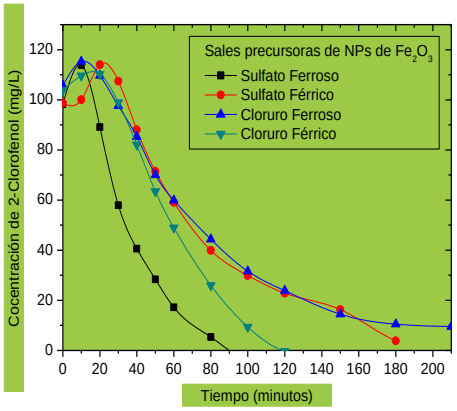


Figura 3. Cinética de degradación del 2-Clorofenol utilizando diferentes precursores de las nanopartículas de óxido de hierro con nanotubos a

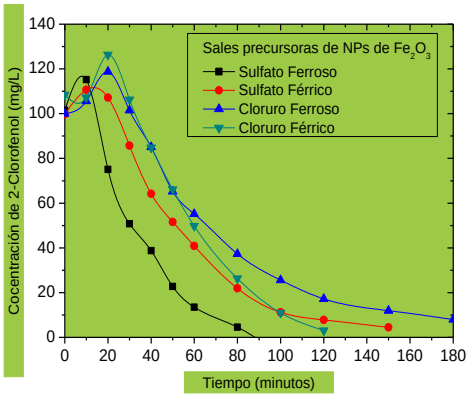


Figura 4. Cinética de degradación del 2-Clorofenol utilizando diferentes precursores de las nanopartículas de óxido de hierro con nanotubos a

Resultados de la Degradación con Nanotubos de Carbón a pH 2.5

En la Figura 4, se observa una comparación de las cuatro sales precursoras de las NPs de óxido de hierro a pH 2.5, de igual manera se observa un incremento falso de la concentración debido a la presencia de los intermediarios con coeficiente de absortividad mayor que el 2-Clorofenol, sin embargo al transcurrir el tiempo éstos junto con el contaminante se degradan, de nueva cuenta las NPs de óxido de hierro preparadas con la sal sulfato ferroso es la que tiene un mejor comportamiento en la degradación con un total de 90 minutos, después están las NPs provenientes de el cloruro férrico con 120 minutos, posteriormente las NPs provenientes de la sal sulfato férrico con 160 minutos y por último las NPs provenientes de el cloruro ferroso con más de 180 minutos.

Resultados de la Degradación Sin Nanotubos de carbón a pH 3

En la Figura 5, se observa una comparación de las cuatro sales precursoras de nuestras NPs sin nanotubos de carbón a pH3, de igual manera en los primeros 40 minutos de reacción se aprecia un incremento falso en la concentración debido a la formación de intermediarios que poseen un mayor coeficiente de absortividad que el 2-Clorofenol, Sin embargo al transcurrir el tiempo se degradan junto con el contaminante. Las NPs de óxido de hierro preparadas con la sal sulfato ferroso degradan el contaminante en un tiempo de 70 minutos, después las NPs provenientes de el cloruro férrico con 120 minutos y posteriormente las NPs provenientes de las sales sulfato férrico y cloruro ferroso con tiempo igual de 145 minutos.

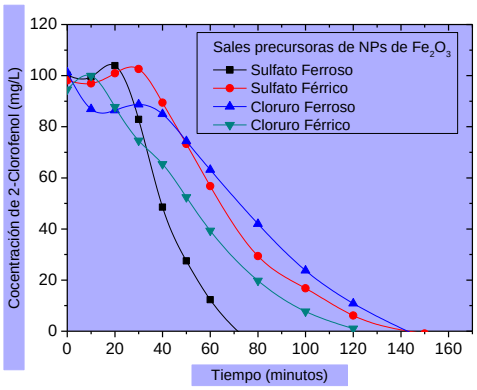


Figura 5. Cinética de degradación del 2-Clorofenol utilizando diferentes precursores de las nanopartículas de óxido de hierro sin nanotubos a pH 3.

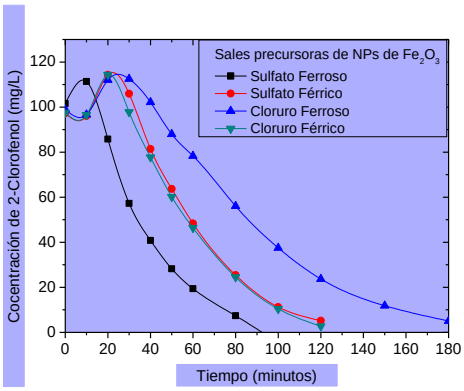


Figura 6. Cinética de degradación del 2-Clorofenol utilizando diferentes precursores de las nanopartículas de óxido de hierro sin nanotubos a pH 2.5.

Resultados de la Degradación Sin Nanotubos de carbón a pH 2.5

En la Figura 6, se observa el comportamiento de las cuatro sales precursoras de las NPs de óxido de hierro sin nanotubos de carbón en la cual durante los primeros 40 minutos de reacción se observa un incremento falso en la concentración, debido a la formación de compuestos intermediarios que poseen un coeficiente de absortividad mayor que el 2-Clorofenol. También se puede observar un comportamiento parecido de las NPs de óxido de hierro preparadas con las sales sulfato férrico y cloruro férrico, sin embargo las NPs que degradan el contaminante y los intermediarios en menor tiempo sigue siendo las NPs provenientes de la sal sulfato ferroso con un tiempo de 90 minutos, después están las NPs provenientes de las sales sulfato férrico y cloruro férrico con comportamiento similar en un tiempo de 120 minutos y por último las NPs provenientes de la sal cloruro ferroso con más de 180 minutos.

Conclusiones.

Se esperaba que después del tratamiento en medio acido para purificar los nanotubos aun quedaran algunas trazas del metal catalítico y que estos sirvieran de anclaje para la formación del óxido de hierro proveniente de las sales, sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que no hay suficiente hierro para el anclaje después del tratamiento.

El objetivo de lograr el composito nanotubos óxido de hierro se ha logrado, sin embargo en los experimentos de degradación del contaminante 2-Clorofenol hasta el momento no se ha logrado que optimicen la velocidad de degradación.

Un factor negativo en el proceso de degradación utilizando NTC, es la aglomeración de los mismos por la hidrofobisidad de los NTC

En las cinéticas de degradación del 2-Clorofenol, la mejor velocidad de degradación se obtiene con las nanopartículas de oxido de hierro provenientes de la sal sulfato ferroso y las nanopartículas que peor comportamiento presentan son las provenientes de la sal cloruro ferroso.

Agradecimientos.

Al Instituto de Energías Renovables (IER), al proyecto IT101012 y en especial para el Dr. Raúl Suárez Parra.

Referencias.

1 HYPATIA, “Contaminantes en el agua que dañan nuestra salud y el ambiente”, Gelover Santiago S., No. 46, Mexico, abril-junio 2013.

2 ATSDR, “Resumen de salud publica fenol”. Agency for Toxic substances and disease registry, U.S. Departament of Health and Human Services, Atlanta, septiembre 2008.

3 Litter, M. I. (1999). “Heterogeneous photocatalysis: transition metal ions in photocatalytic systems”. *Applied Catalysis B: Environmental*, *23*(2), 89-114.

4 Lili Li, Y.C., Yang Liu and Lihong Dong, Template-Free Synthesis and Photocatalytic Properties of Novel Fe2O3 Hollow Spheres. The Journal of Physical Chemistry, 2007. **111**(5): p. 2123-2127.

4. Yao, Y., et al., *Photoreactive TiO2/carbon nanotube composites: synthesis and reactivity.* Environ Sci Technol, 2008. **42**(13): p. 4952-7.

5. Bard, J.K.L.a.A.J., *Photochemistry of colloidal semiconducting iron oxide polymorphs.* The Journal of Physics and Chemistry, 1987. **91**(19): p. 5076-5083.

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO UTILIZANDO EL LENGUAJE ORIENTADO A OBJETOS Y UNA PLATAFORMA WEB

E. Anguiano- Bello[1], A. Carrillo- Quiroz[2], J. Taboada- Vazquez,[3], B.R. Quiñones-Mazón[4], and E. Pacheco-Salgado[5]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala, carretera Nacional Iguala-Taxco Esquina periférico norte s/n– ernestinaa@hotmail.com; [2]titulo@hotmail.com; [3]lord.diavole@gmail.com; [4]semo17@hotmail.com, [5]epacheco_salgado@hotmail.com.

***Área de participación**: Ciencias de la computación*

Resumen — La realización de este trabajo muestra el desarrollo de un sistema que permita el reconocimiento de huellas digitales identificando a quien pertenece con la finalidad de analizar el rendimiento de la misma en un entorno web y en un lenguaje orientado a objetos. En los resultados se observa que en el caso de la plataforma web tiene un menor número de huellas reconocidas en comparación con Visual Basic.

Introducción.

Durante los últimos años el incremento de los requerimientos de seguridad informática y los avances en la tecnología de la información han permitido un rápido desarrollo de sistemas inteligentes de identificación de personas basados en técnicas biométricas. Las técnicas biométricas usan características o comportamientos fisiológicos propios de cada individuo para identificarlo, de acuerdo con el diccionario de la real academia de la lengua española biometría es el estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos, sin embargo más recientemente y para el tema que nos concierne el significado de biometría es el conjunto de métodos automatizados que analizan determinadas características humanas para Identificar o autentificar personas.

Un indicador biométrico es la huella dactilar, las huellas dactilares son patrones constituídos por las crestas papilares de los dedos de las manos, se localiza en la dermis y se reproducen en la epidermis (ver figura 1), generando configuraciones diversas.

Figura 1. Huella dactilar.

Planteamiento del problema.

Debido al crecimiento de la demanda de sistemas con herramientas biométricas para el control de acceso o identificación de una persona, existe la necesidad de analizar por métodos estadísticos y documentales el rendimiento de un módulo de enrolamiento y autentificación implantado en dos entornos con la finalidad de tener criterios a la hora de satisfacer los requerimientos de un sistema en particular.

En este trabajo nos concentramos en el rendimiento del tratamiento de información biométrica de huellas dactilares para dos operaciones fundamentales las cuales son necesarias para el tratamiento de información de las huellas dactilares:

Enrolamiento: Consta en la obtención y almacenamiento de la información de las huellas dactilares asociadas con la identidad y datos suplementarios relativos a el individuo portador de la huella dactilar. A esta huella dactilar o información biométrica almacenada la llamaremos *template*.

Verificación: Consta en la obtención y comparación entre la información de una huella dactilar y la información de huellas dactilares previamente almacenadas en algún dispositivo de almacenamiento, de dicha comparación se obtendrán los resultados necesarios para la identificación o validación de la identidad de un individuo.

Metodologia.

Para el desarrollo del presente trabajo se consideran dos entornos de sistemas de acceso a datos con identificaciones biométricas: el primero es para una aplicación de escritorio en un sistema operativo Windows y el

segundo para una aplicación web, para tal efecto los lenguajes considerados son en el primer caso Visual Basic .NET y SQL Server, para el segundo entorno en Java y MySQL.

Implementación de un sistema biométrico para un lenguaje orientado a objetos.

Operaciones de procesamiento de la aplicación

Enrolamiento y Adquisición de huella dactilar. Figura 2.

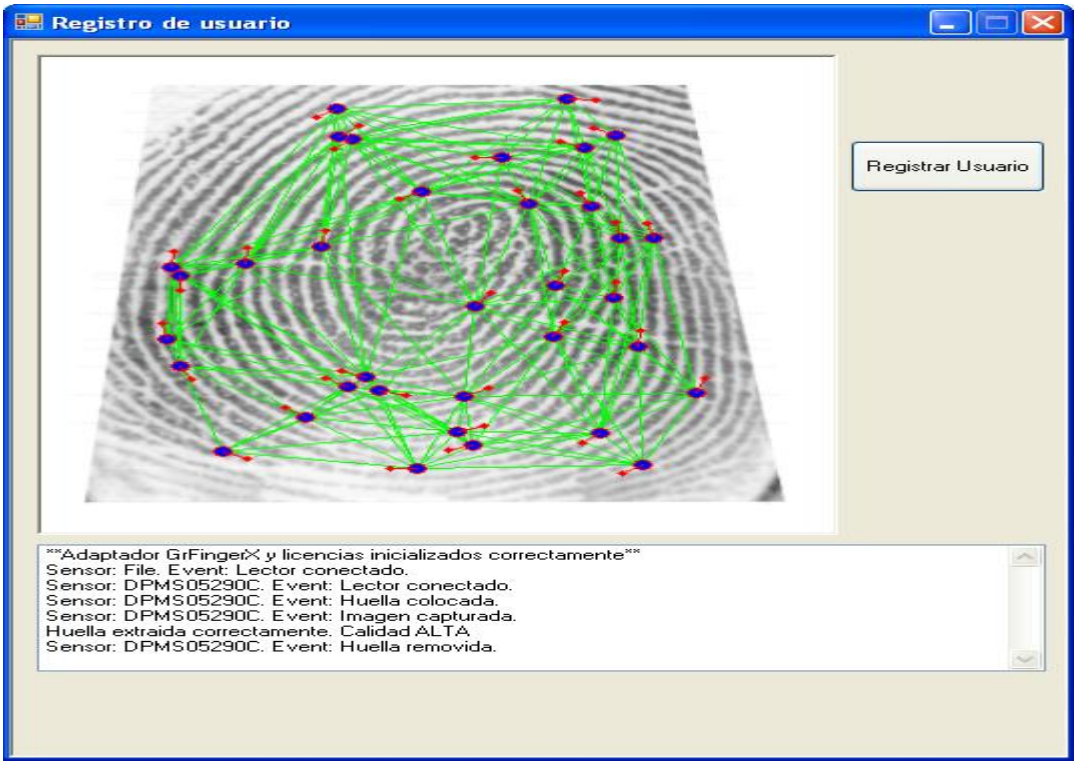


Figura 2. Pantalla de Adquisición de huella dactilar.

Se obtiene y almacena la información de las huellas dactilares asociadas con la identidad y datos suplementarios relativos al individuo portador de la huella dactilar.

Registro en base de datos (Figura 3).

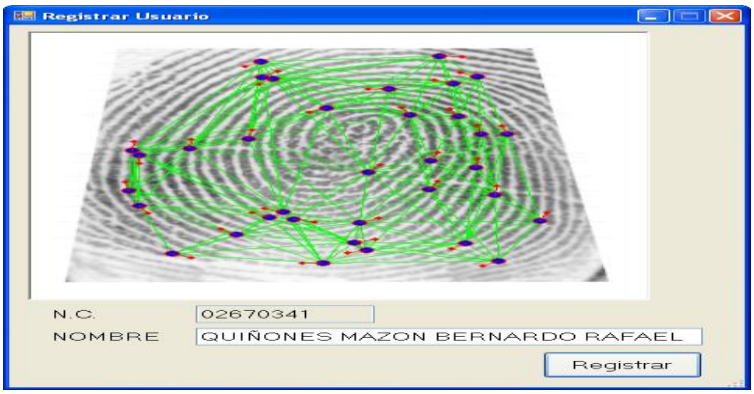


Figura 3. Pantalla de Registro de Usuario.

Se introducen los datos solicitados en el sistema.

- **Número de control.**
- **Nombre completo del usuario**

Muestreo.

Este módulo es el que permite tomar las muestras de cada uno de los sujetos, aquí se obtienen datos como tiempo de procesamiento e identificación de la huella, score y respuesta acerca de la confirmación o rechazo de la muestra en comparación con el sujeto proporcionado, como se muestra en la figura 4.

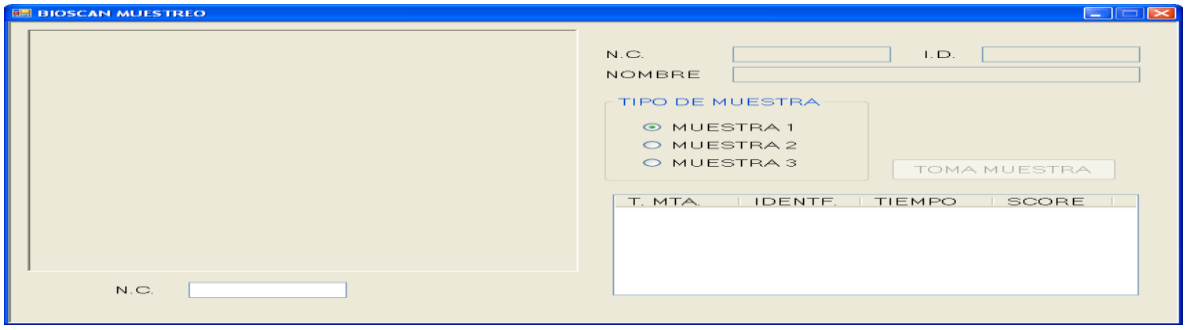


Figura 4. Pantalla de Adquisición de la primera muestra de la huella dactilar.

Figura 5. Pantalla de Adquisición de la primera muestra de la huella dactilar.

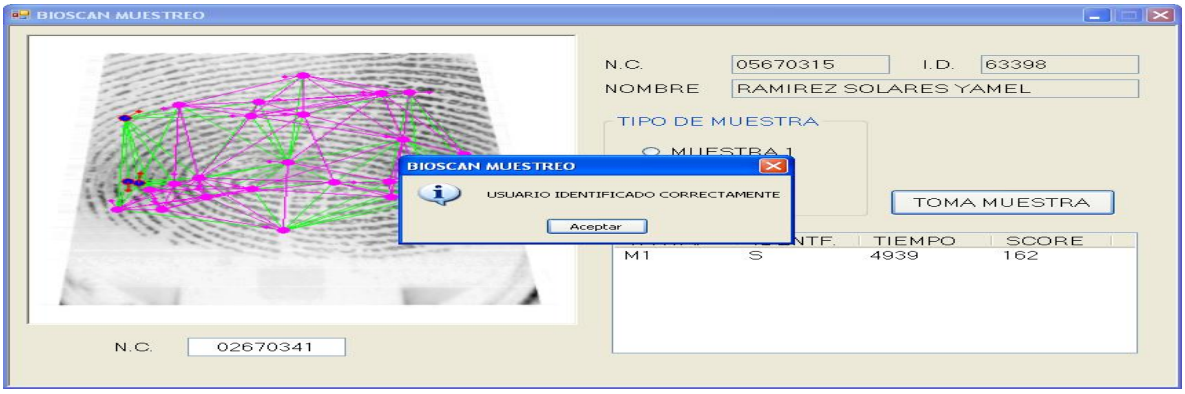


Figura 5. Pantalla de identificación muestra 2.

El usuario ha sido identificado correctamente.

Tiempo en milissegundos que tarde el sistema en reconocer la huella (Figura 6).

Figura 6. Pantalla de usuario no identificado muestra 3.

Mensaje de respuesta de no identificación del usuario.

T. MTA.	IDENTF.	TIEMPO	SCORE
M1	S	4939	162
M2	S	4953	99
M3	N	6332	0

Figura 7. Tabla de muestras, identificación, tiempo y score tomado.

Implementación de un sistema biométrico para una plataforma web.

La arquitectura de la aplicación es de tres capas. En la primera capa el cada usuario podrá tener acceso a la aplicación por medio de la interfaz de

presentación la que permitirá transferir las peticiones a la segunda capa, esta se encargara de procesar la lógica de la aplicación a través de los scripts desarrollados en PHP y así estructurar la información.

Muestreo.

El muestreo consiste en tomar tres muestras de los individuos para estimar el promedio de procesamiento, tanto en score, puntos de coincidencia y si fue identificado, en la página web automáticamente inicia el procesamiento de verificación devolviendo tres valores: si detecto la huella o no, el score y el tiempo de procesamiento en milisegundos; en caso de haber identificado a un usuario proporcionara adicionalmente el número de control, la especialidad y el nombre del usuario identificado como se muestra en la siguiente imagen

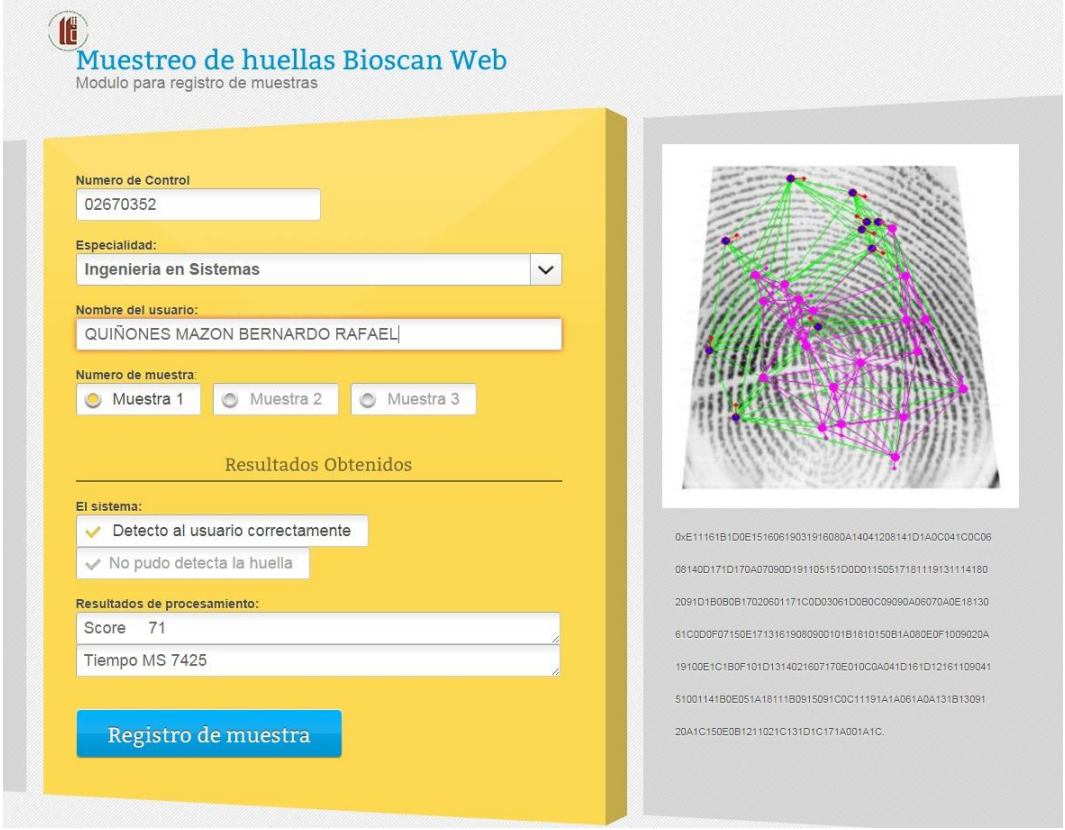


Figura 8. Pantalla del Obtención de la muestra.

Resultados y Discusión.

Medidas de evaluación lenguaje orientado a objetos.

De las 813 pruebas realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Calculo de la tasa de aceptación (TA)

Para obtener este resultado se tomó de cada individuo seleccionado para la muestra tres veces la misma huella para verificar el porcentaje de aceptación que se obtiene del sistema, cada prueba obtenida fue verificada con cada una de las huellas registradas en la base de datos. De esta etapa te pruebas se tuvo el siguiente comportamiento:

N.I.V.	N.P.	% V
0	12	4.42
1	10	3.69
2	69	25.46
3	180	66.42
	271	100%

N.I.V = Número de pruebas validas (n de 3)

N.P. = Número de personas

% V. = Porcentaje de validación

Medidas de evaluación para aplicación web.

De las 813 pruebas realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Calculo de la tasa de aceptación (TA)

Para obtener este resultado se tomo de cada individuo seleccionado para la muestra tres veces la misma huella para verificar el porcentaje de aceptación que se obtiene del sistema, cada prueba obtenida fue verificada con cada una de las huellas registradas en la base de datos. De esta etapa te pruebas se tuvo el siguiente comportamiento:

N.I.V.	N.P.	% V
0	16	5.90
1	22	8.11
2	93	34.31
3	140	51.66
	271	100%

N.I.V = Número de pruebas validas (n de 3)

N.P. = Número de personas

Conclusiones.

Comparativa de tiempo entre el lenguaje orientado a objetos y la plataforma Web.

La plataforma web tiene un rendimiento de velocidad menor al del sistema desarrollado con Visual Studio en 1.6965%, que es una cantidad mínima y totalmente aceptable en términos generales de procesamiento.

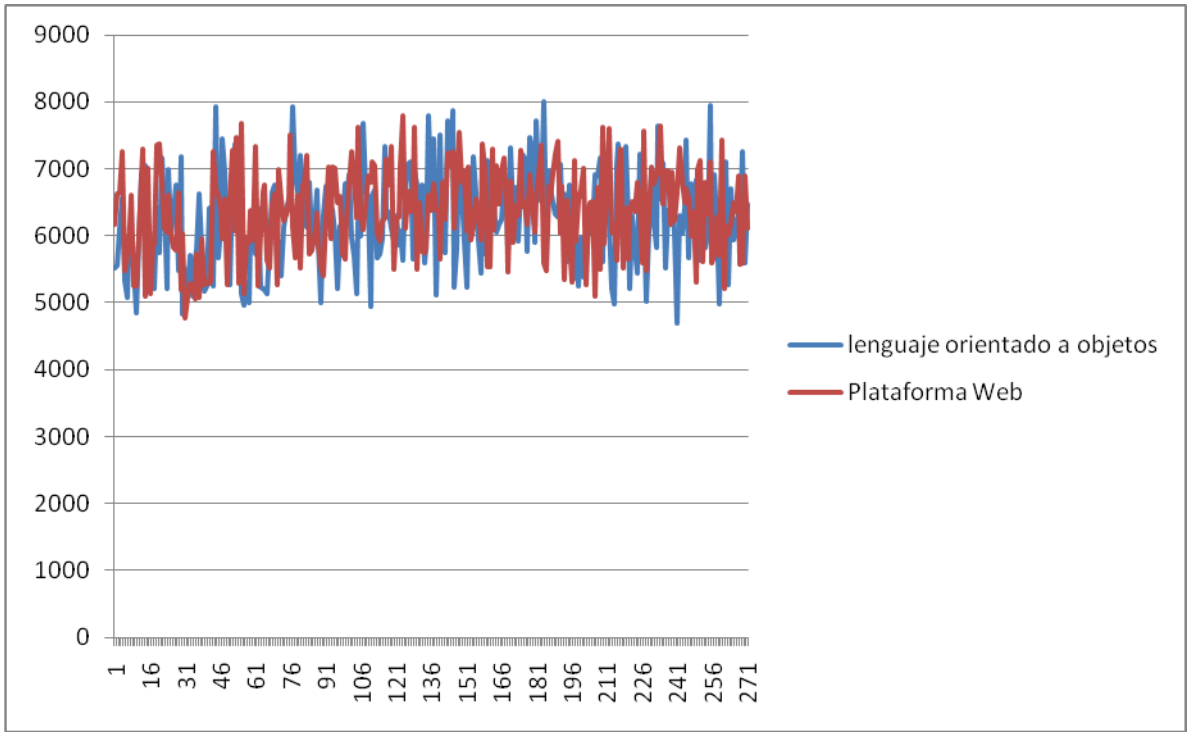


Figura 9. Comparativa de tiempo entre lenguajes.

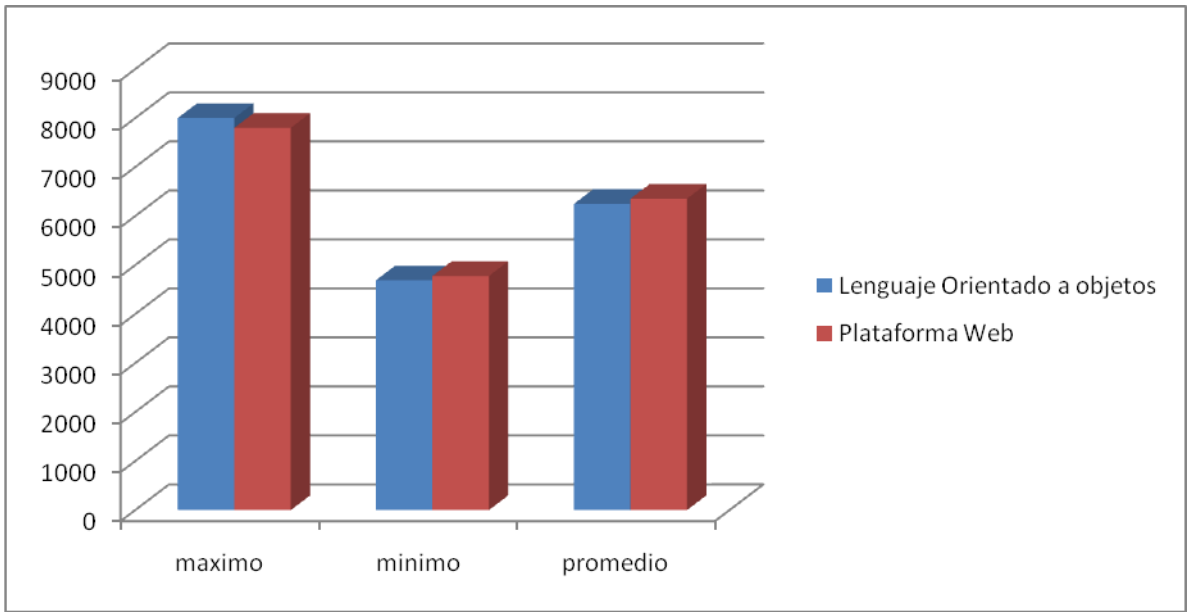


Figura 10. Comparativa de tiempo promedio entre lenguajes máximo mínimo.

Comparativa de identificación y reconocimiento

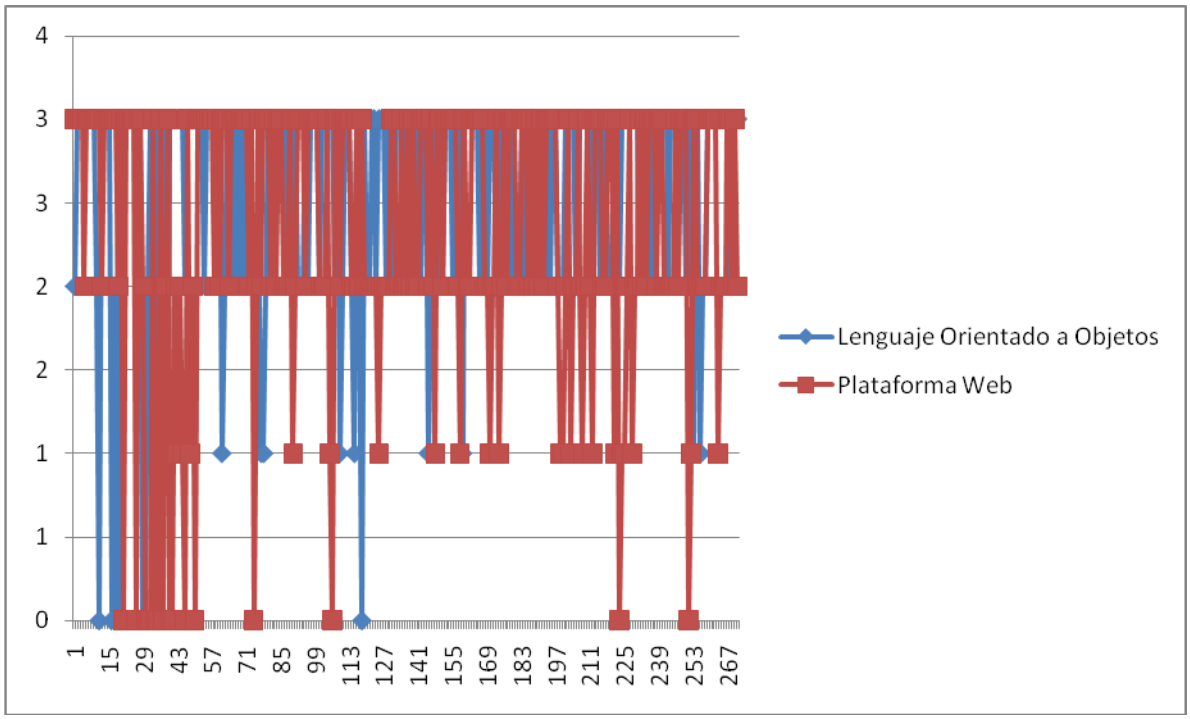


Figura 11. Comparativa identificación y reconocimiento.

Referencias.

1. **R. Romero, L.Villafranca, R. Zúnica, Ramajo *Métodos Estadísticos en Ingeniería,* Univac Politec. Valencia 2005**

2. **F.J. Ceballos *Microsoft Visual Basic .Net Lenguaje y Aplicaciones,* 3ª Edición Alfaomega, Ra-Ma 2010.**

3. **J. M. Gonzalez Romano*, Desarollo de sitios web con PHP y MySQL***
   http://www.lsi.us.es/cursos/cursophp/
   Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Sevilla 2014
4. **J. Eguiluz, *Introducción a AJAX,***
   http://librosweb.es/ajax/capitulo_1.html

5. ***Finger print sdk*,**
   http://pcel.com/Microsoft-DG2-00004-56203

6. ***Lector de huella digital,* Microsoft Finger Print Reader**
   http://pcel.com/Microso,ft-DG2-00004-56203

API PARA CONTROL DE ACCESO DE USUARIOS A APLICACIONES WEB BASADO EN PERFILES

V. Bárcenas-Martínez [1], Y. Castrejón-Hernández [1], M. H. Tiburcio-Zúñiga [1], N.J. Ontiveros-Hernández [1], S. Espinoza-Salgado [1], R. Real-Palencia [1], J. A. Peña-Ramírez [1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y Computación, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec, Morelos, México; venancio.bm@itzacatepec.edu.mx, yanet.ch@itzacatepec.edu.mx, mario.tz@itzacatepec.edu.mx, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, rayrealp@itzacatepec.edu.mx, penita14@hotmail.com*

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen: Se presenta un API (*Application Programming Interface*) basada en Java que permite a través de un conjunto reducido de métodos, establecer un esquema de seguridad de acceso de usuarios a los módulos y submódulos que conforman una aplicación Web. Los permisos de acceso a los módulos mencionados, se implementan a través del uso de perfiles de usuario.

Introducción.

La necesidad de desarrollar aplicaciones Web en la actualidad, constituye un área de oportunidad para analistas y programadores a nivel global. Si bien existen diversas alternativas para el desarrollo de aplicaciones de esta índole, Java sigue siendo una de las más utilizadas por los desarrolladores/programadores.

Sea cual fuere el objetivo de un desarrollo en Java, no escapa éste de considerar en su diseño el desarrollo de tres capas fundamentales: presentación, lógica de negocio y base de datos. Esto implica el desarrollo de la aplicación bajo un esquema modular, desde el punto de la seguridad deben de existir mecanismos que controlen el correcto y eficiente acceso a los módulos, dependiendo por supuesto de las características de determinado usuario. No todos los usuarios pueden acceder a los mismos módulos ni tampoco con los mismos permisos. Luego entonces surge la necesidad de mecanismos de programación que sean capaces de determinar que usuario accederá a que módulo. El API que se presenta en este documento facilita esta labor de programación, proveyendo métodos simples para resolver el problema de accesos y permisos a módulos específicos en una aplicación, basándose en perfiles de usuario sencillos de definir.

Fundamento Teórico.

Hoy en día, existe la necesidad de desarrollar sistemas en la Web, y el tema de seguridad es sin duda un punto muy importante. Hay varios mecanismos que se han utilizado para solucionar este punto, sin embargo se presenta este desarrollo con la finalidad de lograr un mecanismo genérico y fácil de implementar, el único requisito es que el sistema esté diseñado en Java y que se ejecute en ambiente Web. De esta forma, cada usuario definido en el sistema sólo podrá acceder según los permisos que se le hayan asignado siguiendo un mecanismo de autorización basado en Perfiles o Roles que permita al sistema verificar qué

permisos tienen sobre los recursos, las opciones de menú y la información a mostrar.

API security.

El API nombrada *security* está basada en la definición de Perfiles o Roles para el control de acceso de usuarios a aplicaciones Web, y como se ha mencionado con anterioridad, busca implementar de manera genérica y sencilla un mecanismo de autorización que permita proteger la información de cualquier sistema desarrollado en Java y cuya ejecución sea en la Web.

Los métodos principales del API se describen en la Tabla 1:

Tabla 1. Métodos del API *security*

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
permisos()	Método constructor de objetos de la clase *permisos.* Esta clase se encuentra incluida en la API security y contiene 3 métodos: boolean mod(String usuario, String opción_menu); boolean sub(String usuario, String programa_pagina, String permiso); String uri(String url_pagina);
boolean mod(String usuario, String opcion_menu);	Método que controla el acceso al menú principal del sistema, es decir, verifica que el usuario tenga permiso por lo menos para alguna opción del menú (elemento del menú principal). Recibe 2 argumentos de tipo String donde usuario es el usuario del sistema y opcion_menu se refiere a algún elemento del menú principal, si el usuario tiene acceso a dicho elemento, entonces regresa verdadero sino regresa falso.
boolean sub(String usuario, String programa_pagina, String permiso);	Método que controla el acceso a los recursos de los submenús, es decir, este método se encarga de verificar que el usuario tenga determinado permiso de los recursos proporcionados por el programa o página en ejecución, en este caso regresa verdadero, de otro modo regresa falso. Donde permiso pueden ser:

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
String uri(String url_pagina);	login = lectura add = escritura modify = modificación delete = eliminación Este método, es un filtro que recibe la url de la página que se está ejecutando y substrae el nombre del programa. Por lo general este método se utiliza junto con el método sub(), para proporcionarle el programa y poder verificar el permiso.

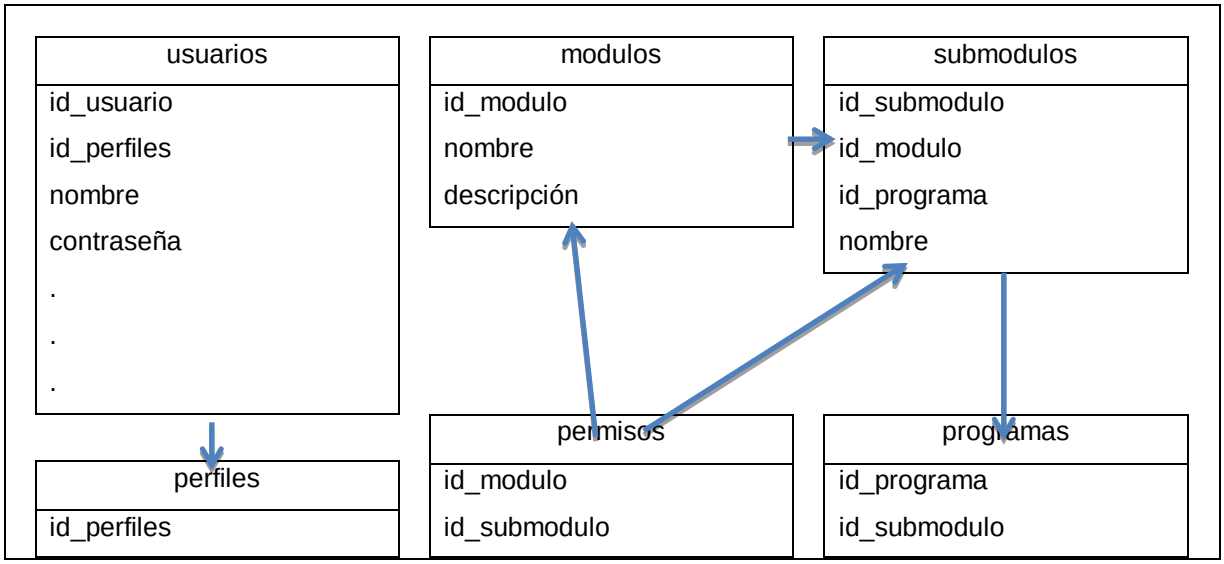
Es importante mencionar que cualquier sistema que quiera utilizar esta API de seguridad es necesario utilizar el conjunto de códigos genéricos para la creación de los usuarios, módulos, submódulos y perfiles. (ver Figura 1)

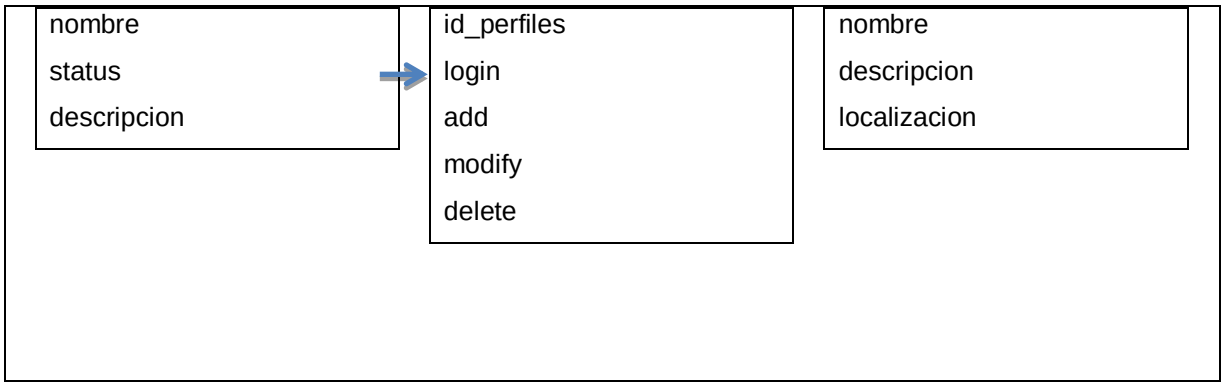
Figura 1. Parte genérica para implementar el API security

Los pasos para utilizar dicha API son los siguientes:

a) Definir las tablas de usuarios, modulos, submodulos, programas, perfiles y permisos. Como se ilustra en la tabla

Tabla 2. Diseño de la Base de Datos Seguridad.





b) Dar de alta las opciones del sistema (menú) en la tabla modulos y las subopciones (submenú) en la tabla submodulos.

Como se observa en Figura 2. Se define el menú principal y las opciones de cada submenú, asimismo de definen todos los programas que se van a ejecutar en el sistema.

Figura 2. Módulos, submódulos y programas.

c) Crear los Perfiles.

Antes de crear a los usuarios es necesario definir los perfiles, se pueden definir perfiles personalizados o se puede crear un perfil para determinado grupo de usuarios.

Figura 3. Creación de perfiles.

d) Modificar los programas del sistema, colocando una cabecera de código, para implementar la seguridad.

Tabla 3. Ejemplo de la cabecera de código para implementar el API security.

```
línea 1     if ( ! new permisos().sub( (String)session.getAttribute("user"),
linea 2                    new permisos().uri(request.getRequestURI() ),
línea 3                    "log_in") )
línea 4          response.sendRedirect(request.getContextPath() );
```

```
línea 5        else {

línea 6                código que se quiere proteger

línea 7        }
```

Todos los programas que se quieran proteger hay que colocarles una cabecera, en la línea 1. Se muestra la utilización del método sub(), el cual recibe 3 argumentos, el usuario que esta trabajado en el sistema, la página o programa en ejecución (línea 2) y en la línea 3 se define con que permiso se quiere proteger dicho programa (log_in, add, modify y delete).

En la línea 6 se muestra el cuerpo del "else" donde se incluye todo el código que se quiere proteger.

e) Crear los usuarios del sistema, asignándoles un Perfil o Rol, como se muestra en la Figura 5.

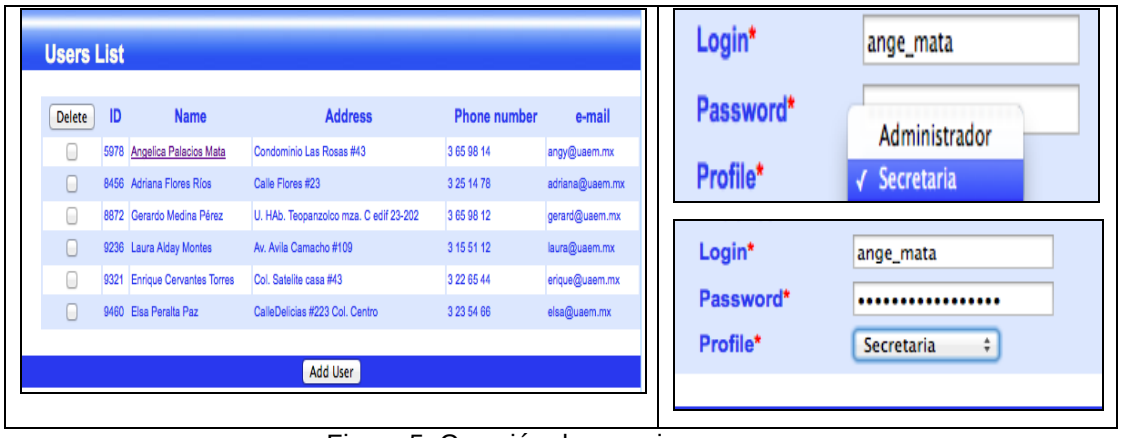


Figura 5. Creación de usuarios.

Resultados y Discusión.

Se pudo notar la simpleza en el manejo del API propuesto así como el grado de abstracción que conlleva. Un punto importante que vale la pena notar, es el hecho de que el programador podría desconocer toda la parte genérica del conjunto de códigos que se utilizan para la creación de usuarios, módulos, submódulos y los perfiles, ya que para cualquier sistema los códigos son los mismos. Solo se requiere que el sistema al que se le quiera implementar esta API de seguridad este desarrollado en Java o soporte código Java y que se ejecute en la Web.

De esta manera, se logran sistemas con un control de acceso de los usuarios a través de Perfiles, logrando la protección de los recursos e información, otorgando mayor seguridad en su uso y exposición en esa inmensa red llamada Internet.

Conclusiones.

El uso de un API, como la que se propone en el presente artículo, no pretende ser más que una alternativa que facilite y asegure en cierta medida un mecanismo genérico de seguridad y control en el acceso a los recursos del sistema a través de perfiles.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y a la empresa de Teleinformática y Telmedia S.A. de C.V.

Referencias

1. http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/jdbc/index.html
2. D. Broemmer. *J2EE Best Practices*. Ed.; Wiley. Indianapolis, Indiana,2003.
3. J. O'Donahue. *Java Database Programming Biblie*. Ed.; Wiley. USA, 2002

DESARROLLO DEL MÓDULO DE CONSULTAS DISTRIBUIDAS DE UN MIDDLEWARE PARA DATA GRIDS

Francisco Javier Cartujano Escobar[1], **Madaí Ménez Esquivel**[1], **Claudia Noguerón González**[1], **Omar Ponciano Galicia** [1], **Luis Antonio Gama Moreno**[2]

[1]*Cuerpo Académico de Tecnologías de Información del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, México; francisco.ce@itzacatepec.edu.mx, madai.me@itzacatepec.edu.mx, claudia.ng@itzacatepec.edu.mx,* opgomar@gmail.com
[2]*Instituto Tecnológico de Tlajomulco, km 10, Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, México; lgama@ittlajomulco.edu.mx*

Área de participación*: Computación*

RESUMEN

La tecnología *grid* ofrece la funcionalidad necesaria para que, de forma transparente y segura, se comparta y explote simultáneamente los recursos existentes en una red, como por ejemplo: poder de procesamiento, medios de almacenamiento, fuentes de información, ancho de banda, programas de cómputo, equipo especial, entre otros. En particular, a la *grid* donde los recursos compartidos son los datos y el almacenamiento se le conoce como *data grid*. Los servicios presentes en un *data grid* deben ofrecer transparencia de localización, fragmentación y réplica de datos. Es decir, el usuario no sabe, y ni le interesa saber, en que máquina están almacenados sus datos, ni si estos se encuentran almacenado en varias máquinas, y tampoco tiene cuidado de actualizar las múltiples réplicas que pudieran existir de los mismos. Todas estas operaciones desatendidas por el usuario las realiza de manera transparente un componente del *data grid* llamado el *middleware*. En este artículo se describe el diseño e implementación del módulo de consultas distribuidas de un *middleware* para *data grids*.

Palabras Claves: Malla de Datos, Computación en Malla, Bases de Datos Distribuidas, Sistemas Distribuidos.

ABSTRACT

Grid technology provides the functionality needed to share and use resources on a network, such as: cpu processing, media storage, information sources, bandwidth, software, special equipment, among others. In particular, the grid where the shared resources are the data and storage is known as data grid. Services present in a data grid should provide location, fragmentation and replication transparency. That is, the user does not care about in what machine are stored data, or if they are stored on multiple machines, neither takes care of updating multiple replicas, if they exist. All these operations, unattended by the user, are transparently performed by a component called the middleware. This paper describes the design and implementation of a module of distributed queries in a middleware for data grids.

Keywords: Data Grid, Grid Computing, Distributed database Systems, Distributed Systems

1 INTRODUCCIÓN

El término *grid* hace referencia a una nueva infraestructura de computadoras en red, donde se comparten a gran escala, de forma segura y desacoplada, recursos distribuidos geográficamente, tales como: poder de procesamiento, medios de almacenamiento, fuentes de información, ancho de banda, programas de cómputo, equipo especial, entre otros. Cuando en la *grid* solo se comparten almacenamiento y datos se le conoce como *data grid* [1] [2]. Tales datos compartidos podrían ser archivos planos o incluso bases de datos.

Un *data grid* ofrece un conjunto de servicios que permite a sus usuarios el acceso, modificación y transferencia de enormes cantidades de datos en un ambiente distribuido pero con la característica que dichos servicios son de una manera desatendida por el usuario, es decir, el usuario no tiene presente donde se encuentran los datos que el desea acceder o modificar[4]. En particular, a esta característica de acceso a datos distribuidos se le conoce como independencia o transparencia de localización. A la designación de que datos fueron asignados a que sitios se le conoce como el esquema de asignación[6][8].

Un *data grid* también debe ofrecer servicios que soporten independencia o transparencia de réplica. Con esta característica en caso de haber datos replicados en distintos sitios, el usuario se desatiende de actualizar dichas réplicas, el servicio ofrecido por el *data grid* se encarga de dicha actualización. La designación de que tablas fueron replicadas queda definido en el esquema de réplicas [9]

Adicionalmente, es posible que los datos en la *grid* se encuentren fragmentados, es decir, que una tabla de datos se encuentre partida en varios pedazos y cada uno de estos ubicado en distintos sitios de la red. De igual manera, el *data grid* debe ofrecer a el usuario el servicio desatendido de esta fragmentación, dicho de otra manera, el usuario no sabe y ni le interesa saber, que su tabla de datos se encuentra fragmentada, el lógicamente la vé y la accede como tabla completa. A esta característica ofrecida por el *data grid* se le conoce como independencia o transparencia de fragmentación. La especificación de como se fragmentaron las tablas queda establecido en lo que se conoce como esquema de fragmentación[6][8].

Todas estas operaciones desatendidas por el usuario o las aplicaciones, es decir aquellos servicios del *data grid* ofreciendo transparencia de localización, réplica y fragmentación, las soporta un componente del *data grid* llamado el *middleware*.

El presente artículo describe el desarrollo del módulo de consultas de un *middleware* para un *data grid*. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se describe el hardware y software utilizado para implementar el middlware. En la sección 3, se presentan las pruebas y resultados obtenidos. Y finalmente en la sección 4 se presentan las conclusiones.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 *Hardware* y *software* utilizado

2.1.1 Hardware

El primer paso en el diseño de un *data grid* es diseñar e implementar una red computacional. Normalmente, el *data grid* se diseña e implementa a partir de una red o redes de computadoras ya existentes, por lo que esta actividad consiste en definir cuales computadoras formaran parte de la red que soportará al *data grid.*
Para el caso particular, la red implementada está compuesta por computadoras portátiles y de escritorio mínimamente con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i3.
- 4 gb de memoria principal
- Tarjeta inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.11 g/b para WI-FI

2.1.2 Software

Básicamente se utilizó dos tipos de software para la implementación del *data grid*.
El primer tipo corresponde a las herramientas y lenguajes de programación utilizadas para el desarrollo del middleware, las cuales fueron JFlex [10] y Java Cup [11] para el desarrollo de los analizadores de léxico y sintáctico del lenguaje de acceso que se definió para acceder a los datos de la *grid* y Java como lenguaje de desarrollo del *middleware*.

El segundo tipo corresponde al software que almacena los datos en cada sitio de la red, y en este grupo se utilizaron los siguientes manejadores de bases de datos: Oracle lite 10G, MySQL 5.6, SQL Server 2012 y PosgreSQL 9.3.

2.2 Diseño e implementación del módulo de consultas del *middleware*

2.2.1 Gramática del lenguaje de consulta implementado

El middleware desarrollado utiliza SQL como lenguaje de acceso a los datos distribuidos en el *data grid.* Se implementó de SQL la parte correspondiente al DML (Data Manipulation Language), la cual comprende estatutos de inserción, borrado, actualización y consulta. En este artículo únicamente se describe el desarrollo del módulo de consultas del *middleware.*

La sintaxis del estatuto SELECT de SQL implementada por el módulo de consultas es mostrada en la Figura 1**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.
Esta sintaxis toma en cuenta la selección de atributos, así como las funciones comunes de agregación: AVG, SUM, COUNT, MAX y MIN. Es posible especificar una o varias tablas en la cláusula *FROM*. Además de soportar consultas anidadas, el operador GROUP BY y la cláusula ORDER BY.

```
SELECT                  [ALL|DISTINCT]          Nombre-de-columna(s)
FROM                    Nombre-de-tabla(s)
WHERE                   Expresión condicional
GROUP BY                Nombre-de-columna          Cláusulas
HAVING                  Expresión condicional     opcionales
ORDER BY                Nombre-de-columna
```

Fig. 1 Sintaxis de SQL implementada en el módulo de consultas del *middleware*

Para la implementación de la grámatica soportada por el DML se utilizaron las herramientas Jflex y Java Cup.

2.2.2. Diccionario de datos del *Data Grid*

Un elemento esencial en toda la arquitectura del *data grid* es el diccionario de datos. Un diccionario de datos o también conocido como metadatos es una base de datos que contiene información acerca del *data grid*. En él se almacena información acerca de los sitios que conforman al *data grid*, las tablas de datos almacenadas en él, las relaciones entre dichas tablas, el esquema de asignación, el esquema de fragmentación, el esquema de réplicas, los usuarios permitidos acceder al *data grid*, sus privilegios, entre otras cosas. El diseño lógico del diccionario de datos del sistema de *data grid* implementado es el mostrado en la Figura 2.

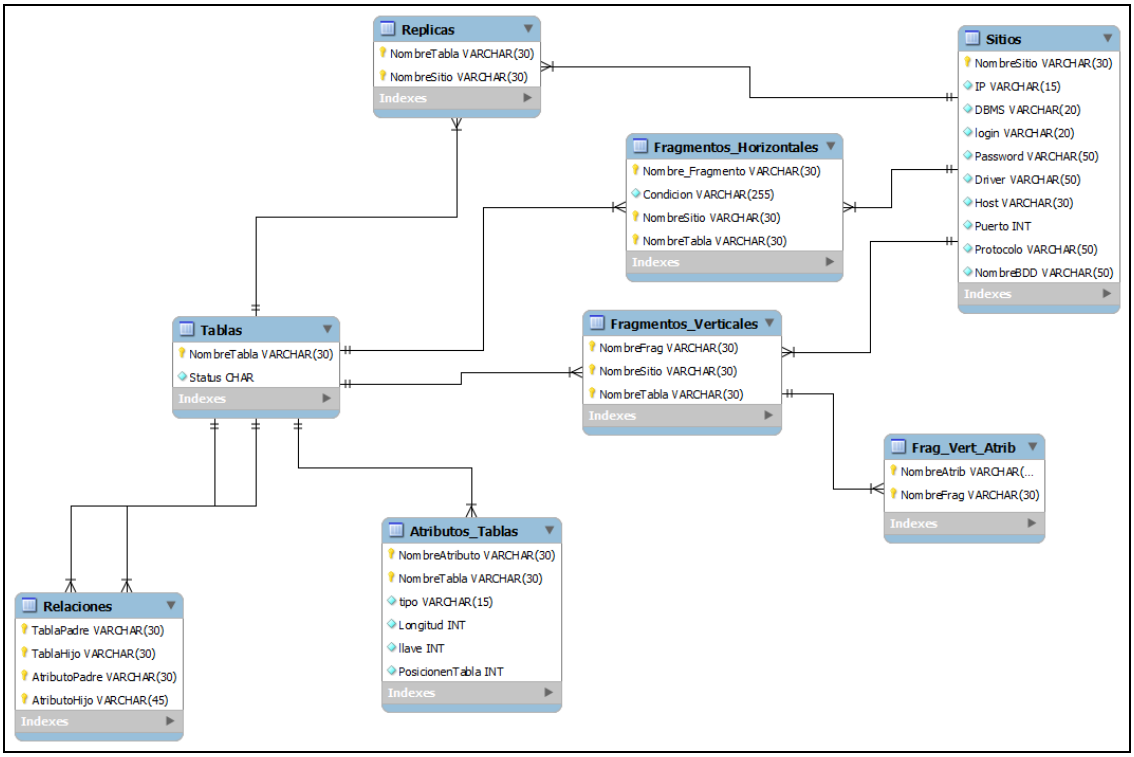


Figura 2. Diseño lógico del diccionario de datos de un *data grid*

El *middleware* desarrollado puede ofrecer servicios transparentes a los usuarios o las aplicaciones, accediendo y analizando la información contenida en el diccionario de datos, es decir mediante éste, el *middleware* sabe dónde se encuentra la información que le solicitan, si está se encuentra fragmentada y/o replicada, y si el usuario tiene el privilegio de accederla, entre otras cosas.

2.2.3 Disponibilidad del *middleware* en forma de *JAR*

El *middleware* desarrollado está disponible en formato JAR con la finalidad que pueda ser importado en cualquier programa en Java para desarrollar aplicaciones que accedan al *data grid*.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas al *middleware* se ejecutaron considerando el modelo conceptual global de base de datos mostrado en la Figura 3. Este modelo considera a los Institutos Tecnológicos de tres estados, así como sus carreras, maestros y alumnos con sus respectivas calificaciones.

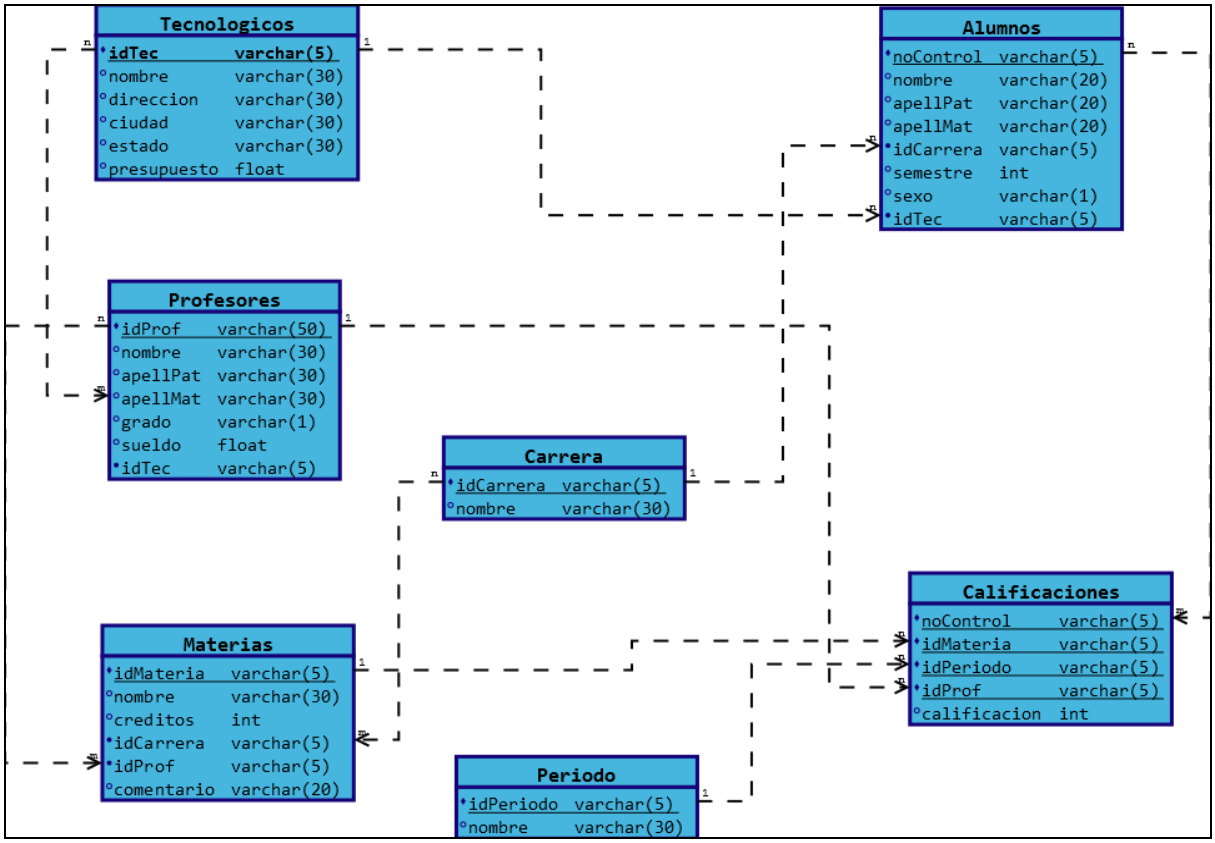


Figura 3. Modelo conceptual global de la base de datos *Tecnológicos*

A partir de este modelo conceptual se generó un esquema de fragmentación, un esquema de réplicas y un esquema de asignación para distribuir a los datos en el *data grid.* Los esquemas definidos se muestran en la figura 4: los fragmentos horizontales se muestran en azul, los verticales en rojo y las tablas replicadas en verde.

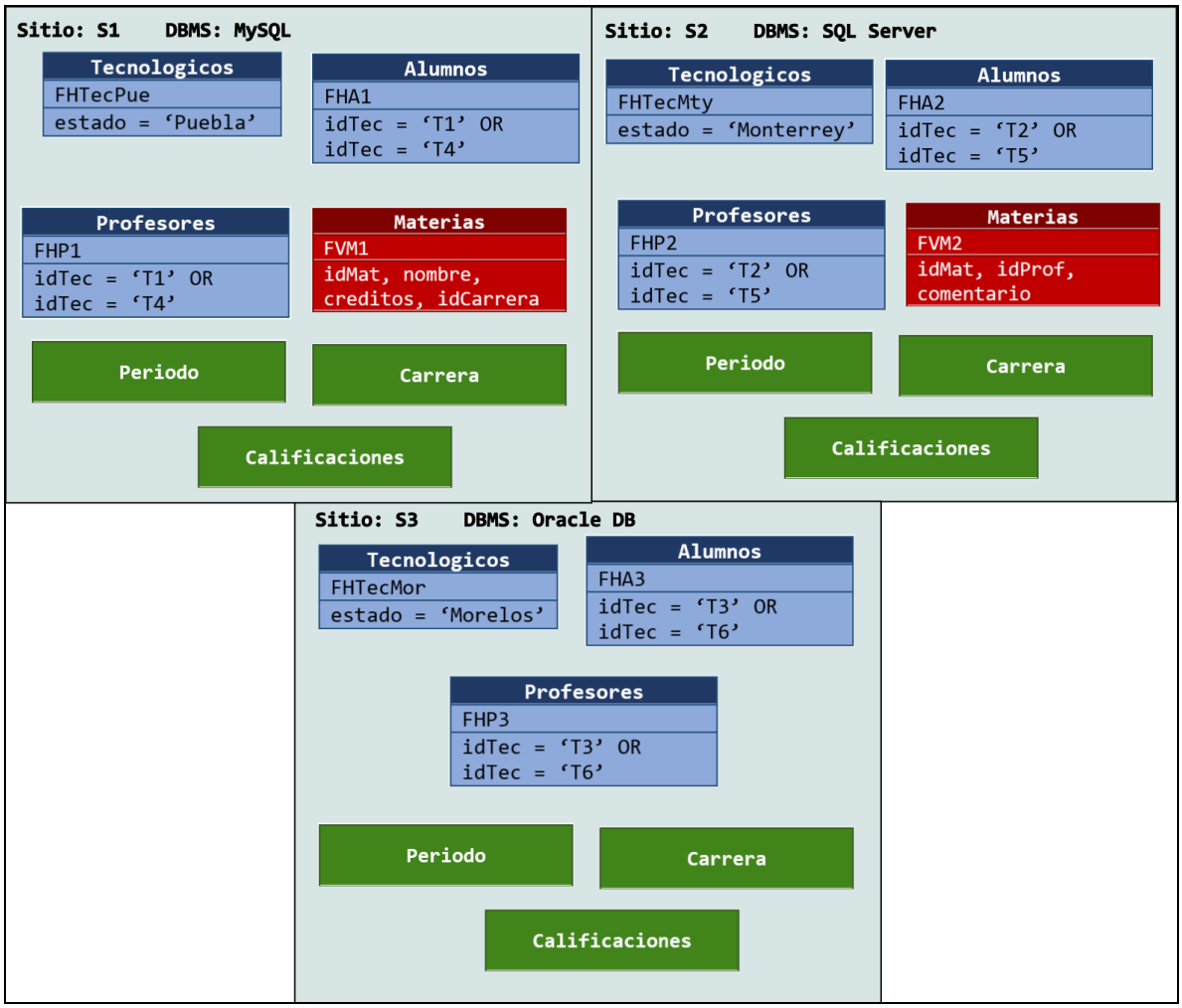


Figura 4. Especificación de los esquemas de asignación, fragmentación y réplicas del *Data Grid*

3.1 Prueba de consulta a tabla replicada

La consulta que se observa en la Figura 5 obtiene los datos de las carreras ofrecidas en los tecnológicos. La tabla *Carrera* que contiene la información requerida se encuentra replicada en todos los sitios. Notese que la especificación de la consulta no establece a que sitio o réplica se accederá. El usuario accede a la información sin preocuparse donde se encuentra la información ni si ésta se encuentra replicada.

Figura 5. Ejemplo de consulta a tabla replicada

El resultado obtenido de la consulta especificada en la figura 5 se muestra en la Figura 6. Al tratarse de una tabla replicada, el *middleware* accede al primer sitio disponible. Si un sitio tarda en responder o no está disponible (el sitio presenta alguna falla de conexión), el *middleware* recurre al siguiente sitio donde se encuentra replicada la tabla para recuperar los datos solicitados.

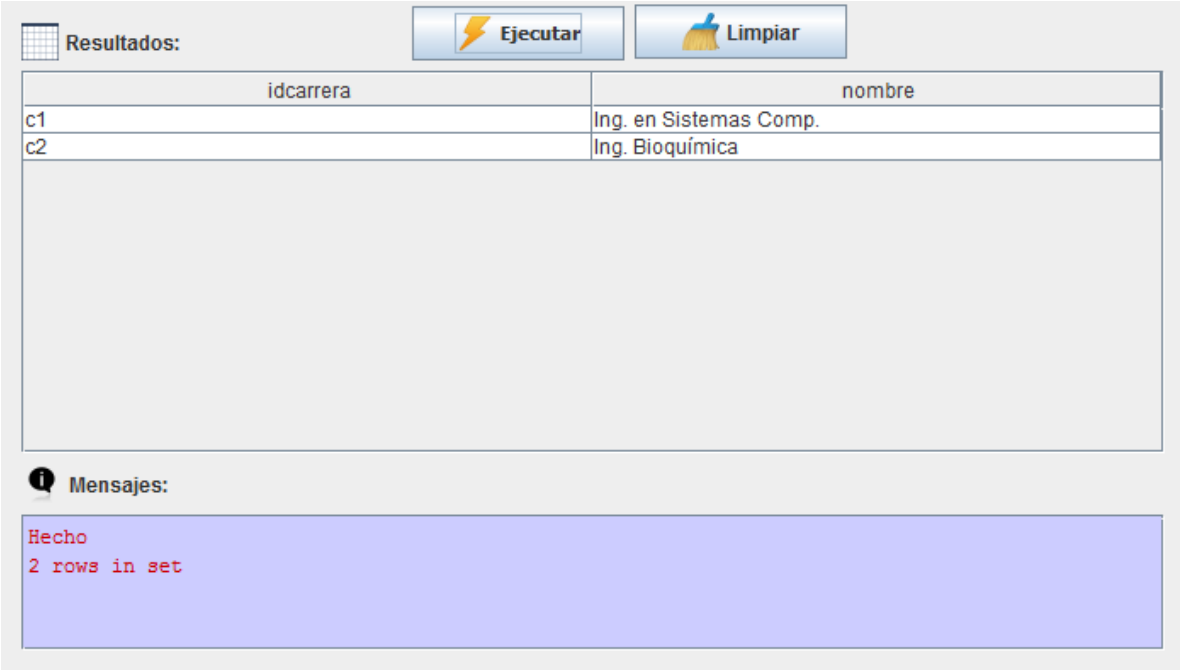


Figura 6. Resultado de consulta a tabla replicada

3.2 Prueba de consulta a tabla fragmentada horizontalmente

La consulta mostrada en la Figura 7, obtiene la lista de tecnológicos pertenecientes al estado de Morelos. De acuerdo al esquema de fragmentación mostrado en la figura 4, la tabla *Tecnológicos* se encuentra fragmentada en 3 fragmentos horizontales y cada fragmento ubicado en distintos sitios. Como puede ser visto, la consulta no especifica en la cláusula FROM algún fragmento en particular ni algún sitio en particular, el usuario percibe a la tabla localizada localmente y como si no estuviera fragmentada.

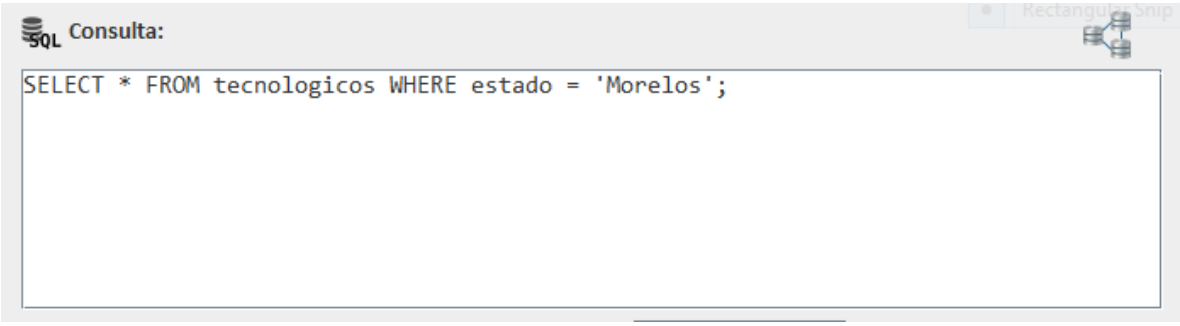


Figura 7. Ejemplo de consulta a tabla fragmentada 118orizontalmente

Es importante mencionar que dicha consulta se puede ejecutar desde cualquier sitio del *data grid*. La manera de como el *middleware* detecta que sitio acceder para recuperar las tuplas solicitadas es por medio de la condición establecida en la consulta que sirvió para definir la fragmentación horizontal, para este caso *estado = 'Morelos'*. Con esta condición el *middleware* busca en el diccionario de datos que fragmento fue definido de acuerdo a esta condición y localiza en que sitio fue asignado dicho fragmento. El resultado de la ejecución de esta consulta es mostrada en la figura 8.

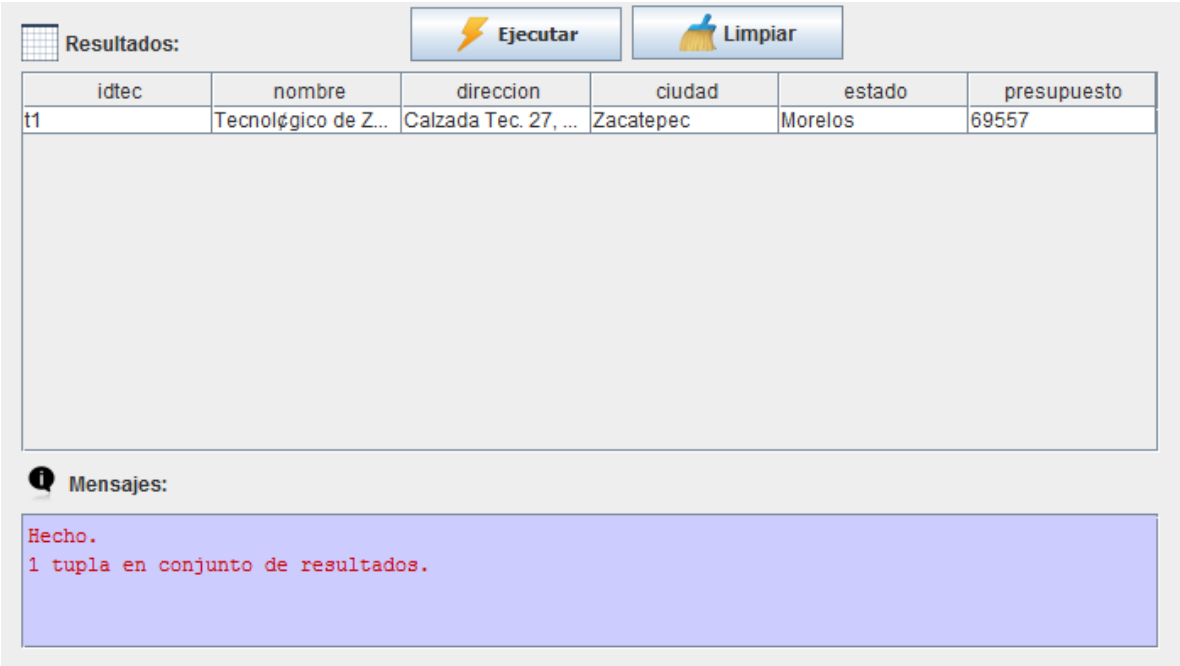


Figura 8. Resultado de consulta a tabla fragmentada horizontalmente

3.3 Prueba de consulta a tabla fragmentada verticalmente

La consulta mostrada en la Figura 8 obtiene todo los atributos de materias cuyos creditos es mayor a 4 y la ordena por este atributo. Como puede verse en el esquema de fragmentación de la Figura 4, la tabla materias está fragmentada en dos fragmentos verticales, por lo que el *middleware* accede a ambos fragmentos, los reune (hace un *join*), selecciona los que cumplen las condición establecida y ordena el resultado. De manera similar que en las anteriores consultas, el *middleware* ofrece al usuario transparencia, en este caso fragmentación, para especificación de la consulta.

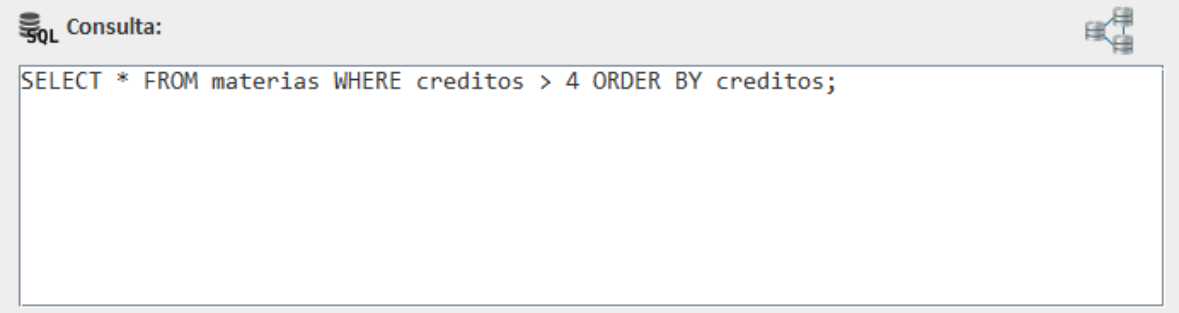
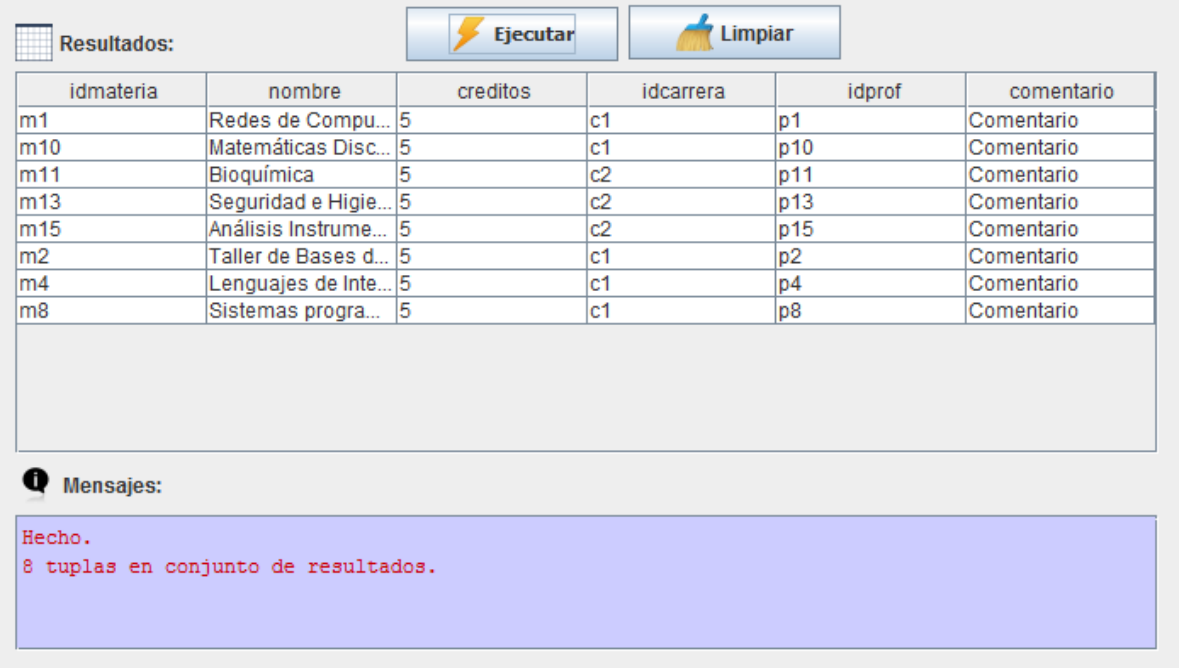


Figura 8. Ejemplo de consulta a una tabla fragmentada verticalmente

El resultado de la consulta anterior es mostrado en la Figura 9.



idmateria	nombre	creditos	idcarrera	idprof	comentario
m1	Redes de Compu...	5	c1	p1	Comentario
m10	Matemáticas Disc...	5	c1	p10	Comentario
m11	Bioquímica	5	c2	p11	Comentario
m13	Seguridad e Higie...	5	c2	p13	Comentario
m15	Análisis Instrume...	5	c2	p15	Comentario
m2	Taller de Bases d...	5	c1	p2	Comentario
m4	Lenguajes de Inte...	5	c1	p4	Comentario
m8	Sistemas progra...	5	c1	p8	Comentario

Figura 9. Resultado de consulta a tabla fragmentada verticalmente

3.4 Prueba de consulta a varias tablas

La consulta mostrada en la Figura 10 obtiene toda la información de los profesores cuyo nombre es Maura, Gerardo o Cecilia, así como la información de las materias que imparten. Esta consulta muestra el poder de recuperación y transparencia que ofrece el *middleware*, ya que la tabla de profesores se encuentra fragmentada horizontalmente y la de materias verticalmente, pero al usuario se le ofrece transparencia de fragmentación, por lo que él opera conceptualmente tablas no fragmentadas, es decir tablas completas, y con base a estas tablas lógicas completas realiza un *join*. Nótese también el uso del operador *IN* y de la cláusula *ORDER BY* en la consulta.

Consulta:

```
SELECT * FROM profesores, materias
WHERE profesores.idprof = materias.idprof AND
profesores.nombre IN ('Maura', 'Gerardo', 'Cecilia')
ORDER BY sueldo
;
```

Figura 10. Ejemplo de consulta a varias tablas

En la Figura 11 se muestra el resultado regresado por el *middleware*.

Resultados: Ejecutar Limpiar

idprof	nombre	apellpat	apellmat	grado	sueldo	idtec	idmat...	nombre	creditos	idcarr...	idprof	comen...
p3	Cecilia	Bravo	µ¤ez	L	17314	t1	m3	Estructura de ...	4	c1	p3	Come...
p15	Maura	Bravo	Flores	M	24429	t3	m15	Análisis Instru...	5	c2	p15	Come...
p8	Gerardo	Castillo	Sarcos	L	27946	t2	m8	Sistemas prog...	5	c1	p8	Come...

Mensajes:

```
Hecho.
3 tuplas en conjunto de resultados.
```

Figura 11. Resultado de consulta a varias tablas

4. CONCLUSIONES

El presente artículo describió el desarrollo del módulo de consultas de un *middleware* para un *data grid*, así como los resultados obtenidos al realizar un serie de pruebas al *middleware*.

El *middleware* desarrollado soporta transparencia de localización, transparencia de fragmentación y transparencia de réplica, tres características que proporcionan al usuario consultar al *data grid* de una manera desatendida o transparente, es decir, el usuario consulta la información del *data grid* sin importarle donde se encuentra los datos, si estos se encuentra fragmentados o replicados. Las pruebas realizadas muestran la facilidad de establecer una consulta en el ambiente de *data grid* al hacer uso de este *middleware*.

Además el *middleware* desarrollado se proporciona en formato JAR con la finalidad de que pueda ser importado en aplicaciones en JAVA para facilitar el desarrollo de aplicaciones de acceso a datos distribuidos.

Referencias

[1] N. Preve, Computational and *data grid*s: Principles, Applications, and Design, United States of America: IGI Global, 2011.

[2] A. Chevernak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury and S. Tuecke, “The *data grid*: Towards an Architecture for the Distributed Management and Analysis of Large Scientific datasets,” JOURNAL OF NETWORK AND COMPUTER APPLICATIONS, vol. 23, pp. 187-200, 1999.

[3] M. Di Stefano, Distributed data Management for grid computing, New Jersey: Wiley Interscience, 2005.

[4] D. Taniar, High-performance parallel database processing and grid databases, New Jersey: Wiley, 2008.

[5] S. Kumar, database Systems. Concepts Designs and application (2ª Edición), India: PEARSON EDUCATION, 2011.

[6] C. Ray, Distributed database Systems, India: Pearson Education, 2009.

[7] P. A. Bernstein, Using Semi-Joins to Solve Relational Queries, JACM, vol. 28,

[8] M. Tamer Özsu, P. Valduriez, Principles of Distributed database Systems,

[9] P.Vashisht, R. Kumar, A. Sharma2, Efficient Dynamic Replication Algorithm Using Agent for *data grid*, The Scientific World Journal, Volume 2014 (2014).

[10] “Jflex – The fast Scanner Generator for Java,” 14 Febrero 2014. [Online]. Available: http://jflex.de/. [Accessed 24 Febrero 2014]

[11] CUP LALR Parser Generator in Java," Marzo 2006. [Online]. Available: http://www2.cs.tum.edu/projects/cup/manual.html#intro. [Accessed 24 Febrero] 2014]

Autorización y renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) para publicar el escrito en el libro electrónico del CONGRESO INTERNACIONAL EN TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN y DOCENCIA 2015. El ITZ o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

D.P.M. DETECTOR DE PATOLOGÍAS MENTALES (TRANSTORNOS DEL ESTADO DE ÁNIMO)

A. Dionicio Abrajan[1], S. Arizmendi León[1], E. Mena Salgado[1], Á. González Cervantes[2], P. D. Delgado Alonso[2].

[1]Deparamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco, esquina periférico norte s/n; col., Adolfo López Mateo (Infonavit), c.p. 40030. Iguala, Guerrero, México- angelita.dionicio@itiguala.edu.mx, salvador.arizmendi@itiguala.edu.mx enrique.mena@itiguala.edu.mx, [2]Carrera Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico de Iguala- itachihatake6@gmail.com, naruzugui@gmail.com,

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen: El software "Detector de Patologías Mentales" se diseñó como una herramienta de apoyo a la profesión que ejerce el Psicólogo, para detectar de forma más rápida el estado mental del paciente, y así dar un diagnóstico inicial en forma rápida y confiable, para posteriormente encauzarlo al tratamiento más adecuado que le permita una pronta recuperación de la salud mental del paciente.
El Psicólogo para poder dar un diagnóstico inicial del paciente, le solicita conteste dos test (inventarios) que son utilizados en el área psicológica: el primero es el "Inventario de Aarón T, Beck" y el segundo es el "Inventario de Hamilton", los cuales se encuentra en el "DCM-IV, Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales", que es avalado por la Organización mundial de la Salud.
Una vez diseñado y realizado el Software "Detector de Patologías Mentales", se probó con un grupo de alumnos que fungieron como pacientes, para determinar si tenían algún problema mental como puede ser la depresión o la ansiedad, los resultados obtenidos son mostrados en gráficas.

Introducción.

Uno de los aspectos que el ser humano no le presta atención, es a la salud mental, ya que se considera que solo los "locos", deben recibir atención psicológica. Pero uno de los males que aqueja actualmente a las personas es la ansiedad y/o depresión, los cuales pueden provocar otros trastornos que podrían llevar al paciente hasta el suicidio, es por eso que las personas deben de prestar atención a este aspecto y solicitar ayuda a un profesional.
La psicología se apoya de test (inventarios o inventarios) que permiten dar un diagnóstico inicial sobre el paciente. Cuando el paciente va a visitar al Psicólogo, esté le solicita inicialmente conteste en forma manual dos inventarios, el de Aarón T. Beck y el de Hamilton, una vez que son contestados, el Psicólogo obtiene resultados (contabiliza en forma manual el valor numérico asignado a cada respuesta) los cuales son interpretados por él para hacer un diagnóstico primario al paciente. Cuando el Psicólogo tiene muchos pacientes, los resultados no se dan de manera rápida y oportuna, aquí es donde se utiliza la tecnología y el software para que este proceso sea oportuno, para que el experto pueda diagnosticar y dar un tratamiento, evitando que el paciente tenga que esperar un tiempo largo simplemente para conocer el estado de su salud mental, y posteriormente iniciar el tratamiento adecuado para recuperación.
Utilizando de manera oportuna y profesional este software se pretende automatizar dicho proceso de evaluación volviéndolo rápido, eficaz e intuitivo al

valorar ciertos rasgos de posibles trastornos mentales dándoles así la ventaja de poder utilizar este tiempo para brindar el tratamiento que se adecue al paciente.
El Psicólogo que se ha basado en la terapia "normal" suele tener bajas por el tiempo que llevan las sesiones y por el poco avance que ve el paciente en su mejoría. Este es un problema grave que ha existido por mucho tiempo en consultorios públicos y privados que ocasiona el poco o nulo interés de la sociedad por invertir tiempo y economía en una terapia. Esto le genera conflictos al Psicólogo por no tener una herramienta que le ayude a facilitar y acortar el tiempo de intervención psicológica en el paciente.
En esta sociedad es poco probable que una persona acuda al Psicólogo si tiene noción de que las terapias abarcan largos periodos de tiempo, y principalmente si se da cuenta que los resultados iniciales tardan hasta 15 días en obtenerlos, por este hecho el Psicólogo tiene la obligación de buscar herramientas que le ayuden a agilizar el proceso, ya que debe adaptarse a la forma de vida de la sociedad en la que se desenvuelve, siendo este software una herramienta para tal fin.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.
Psicología: Tiene por objeto la organización estructural no patológica del sujeto normal con su medio. (Anne Anastasi, 1998)
Salud Mental: Tiene al menos dos connotaciones. La primera de una forma amplia, sería una denominación genérica que abarca todas las ciencias implicadas en el prefijo PSI (campo psi). La segunda, en sentido restringido se refiere a los conocimientos actuales sobre los aspectos psicosociales de los seres humanos normales. (Anne Anastasi, 1998)
Depresión: Estado depresivo intenso y persistente caracterizado por sentimientos de impotencia y desesperanza, retiramiento, pasividad, perdida del placer y culpa. (Davidoff, 1993)
Test Psicológico: Es una medida objetiva y estandarizada de una muestra de conducta. (Anne Anastasi, 1998)
Software: El software se forma con las instrucciones (Programa de computadora), que al ejecutarse proporcionan las características, funciones y el grado de desempeño deseados; las estructuras de datos que permiten que los programas manipulen información de manera adecuada; y los documentos que describen la operación y el uso de los programas. (Pressman, 2006)
Ansiedad. Emoción caracterizada por sensaciones de peligro, tensión y angustia anticipada y por la excitación del sistema nervioso simpático. (Davidoff, 1993)
El psicoanálisis: es el conjunto de teorías que toman como base las teorizaciones de Sigmund Freud concebidas a partir de su praxis para el tratamiento de enfermedades mentales. Lo distintivo del psicoanálisis es el trabajo sobre un inconsciente reprimido. El psicoanálisis históricamente ha sido considerado por los psicoanalistas como una disciplina dotada de un estatuto científico pero que utiliza un método diferente al método científico. Sus críticos, en cambio, lo consideran una pseudociencia por pretender ser una ciencia sin ajustarse al método científico. (Freud, 2011)
Desde que Freud dio a conocer el psicoanálisis en los años 1890, ha ido evolucionando y ramificándose en varias escuelas y técnicas de intervención. Entre los sucesores y contemporáneos están Wilhelm Reich, Melanie Klein,

Wilfred Bion, Jacques Lacan y muchos otros que han refinado las teorías freudianas e introducido las propias. Algunos de los contemporáneos de Freud, como Carl Gustav Jung y Alfred Adler, se distanciaron del psicoanálisis para desarrollar teorías alternativas. (Freud, 2011)

La investigación realizada sobre el ámbito de la psicología es el que se muestra a continuación:

La Salud Mental en México

El asunto de la salud mental toma relevancia legislativa, desde el punto de vista de propuestas de modificación a la ley o creación de leyes, en la medida que se relaciona con otros temas de interés público. En este sentido, la salud mental incluye, desde trastornos discapacitantes como la esquizofrenia, depresión, obsesión – compulsión y alcoholismo, que son enfermedades neuropsiquiátricas y están entre las 10 enfermedades más discapacitantes, hasta fenómenos sociales como la corrupción, la cual como conducta antisocial es también materia de la salud mental. Cabe apuntar que en relación a los impactos sociales, los índices de enfermos de estos trastornos tienden a aumentar debido a problemas como la pobreza, violencia, aumento de adicciones y envejecimiento de la población. (Escurdia, 2004)

Resultados y Discusión.

Metodología

La metodología de desarrollo de software utilizada para el Sistema de Información denominado “D.P.M Detector de patologías mentales (Trastornos del Estado de Ánimo)”, fue el ciclo de vida en cascada que consta de las siguientes fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Pruebas. Se realizó con el lenguaje de programación PHP con una base de datos en MySql.

D.P.M DETECTOR DE PATOLOGÍAS MENTALES (TRASTORNOS DEL ESTADO DE ÁNIMO)

La elaboración de este sistema tiene la finalidad de ayudar al psicologo en la aplicación via web de inventarios (test) psicológicos para transtornos de Ansiedad y Depresión, los cuales se encuentran incluidos en el DCM-IV “Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales”, avalados por la Organización Mundial de la Salud; estos inventarios constan de un conjunto de preguntas (con 3, 4 ó 5 opciones) que el paciente tiene que contestar (elegir solo una opción). Cada pregunta tiene un valor numerico asignado (0, 1, 2 ó 3) y una vez que ha sido contestado, se tiene que sumar el valor de la respuesta contestada a cada pregunta y al final tener un valor total que el psicologo tendra que interpretar y que le sirve como referencia para determinar el estado de salud mental del paciente.

Con el sistema la obtención de resultados será en forma mas rápida y verídica que el psicologo podrá obtener sobre sus pacientes, y empezar el tratamiento adecuado.

Cabe hacer incapie que el sistema solo aplica-evalua los test relacionados con la Depresión y Ansiedad que son un total de nueve inventarios. A continuación se muestran algunas pantallas del sistema.

Imagen 1. Pantalla inicial del Sistema

Imagen 1. Muestra la pantalla de inicio del sistema que consta de un menú constituido por el inicio, inventarios, login y otros.
En el apartado de los inventarios podemos encontrar los denominados test de ansiedad, de los autores Aarón Beck y William Hamilton.
En la opción LOGIN se localiza la cuenta confidencial del administrador, en este caso será el Psicólogo encargado del sistema, esto le permitirá ver los expedientes con los resultados de cada uno los pacientes

Imagen 2. Inventarios aplicados.

Los inventarios que se pueden contestar son los que se muestran en la imagen 2, son un total de nueve, los cuales se encuentran en el documento DSM-IV. A continuación se muestran algunas preguntas de los inventarios de Beck y Hamilton.

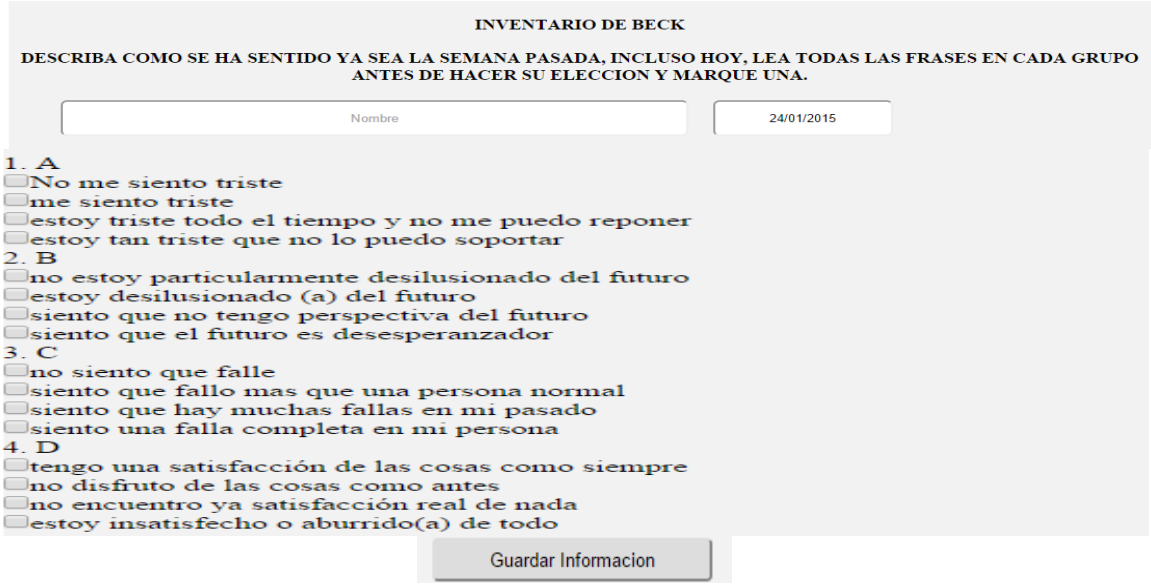


Imagen 2. Inventario para depresión-ansiedad de Beck.

La figura 2. Muestra el Inventario de Beck, consta de 21 ítems (preguntas) con 3, 4 ó 5 respuestas de las cuales solo se deberá elegir una para contestarlo se requiere capturar el nombre del paciente y la fecha de aplicación, al final muestra un botón para guardar la información recabada.

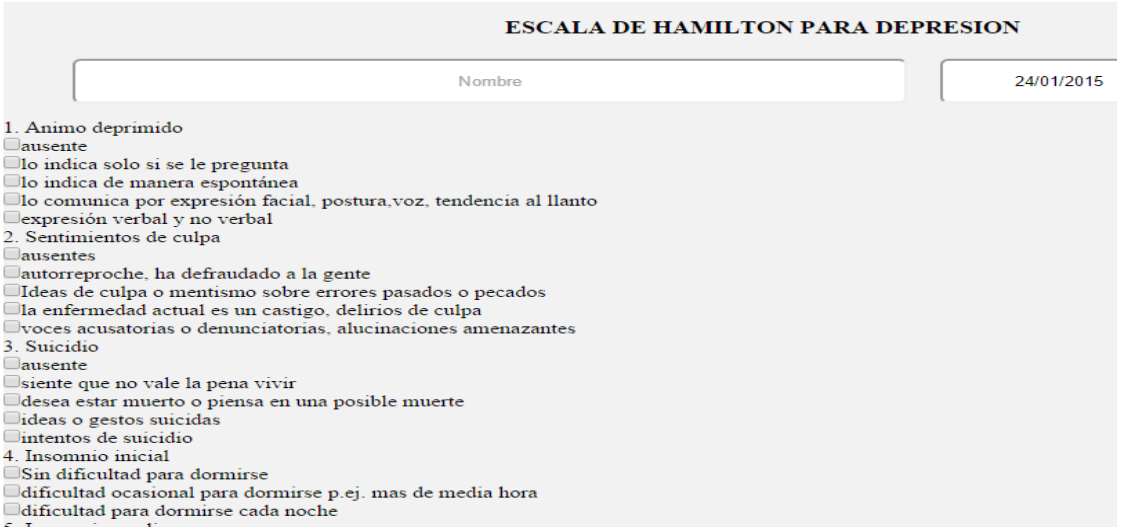
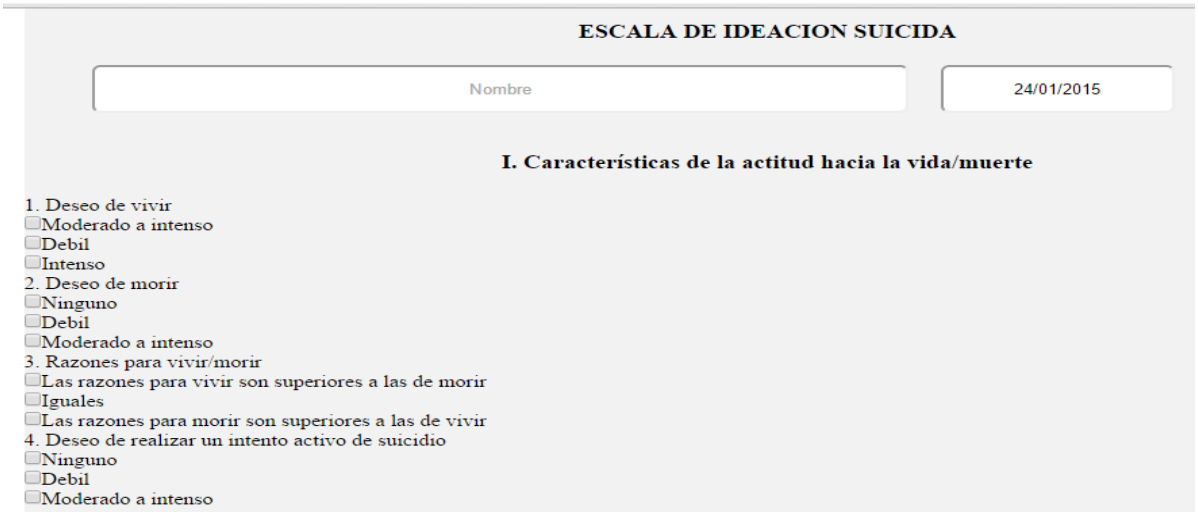


Imagen 3. Inventario para depresión de Hamilton.

La imagen 3. Muestra el Inventario de Beck, consta de 21 ítems con 3, 4 o 5 respuestas, para contestarlo se requiere capturar el nombre del paciente y la fecha de aplicación, al final muestra un botón para guardar la información recabada.
Una vez contestados los inventarios de Beck y Hamilton, el Administrador (el Psicólogo) del sistema podrá ver los resultados, para darse una idea general de la salud mental del paciente. Cabe hacer mención que los dos inventarios anteriores son aplicados para confirmar el diagnóstico del paciente.

El sistema consta de otros inventarios que son aplicados a criterio del Psicólogo, es decir, de acuerdo a los resultados iniciales del paciente podrá determinar que otro inventario le será aplicado, por ejemplo: si contesta la pregunta 3 (se pregunta si el paciente tiene tendencia suicida), con valor de 4 o 5 entonces al paciente le será aplicado el inventario "Escala de ideación suicida", el cual se muestra en la imagen 4.


ESCALA DE IDEACION SUICIDA

Nombre

24/01/2015

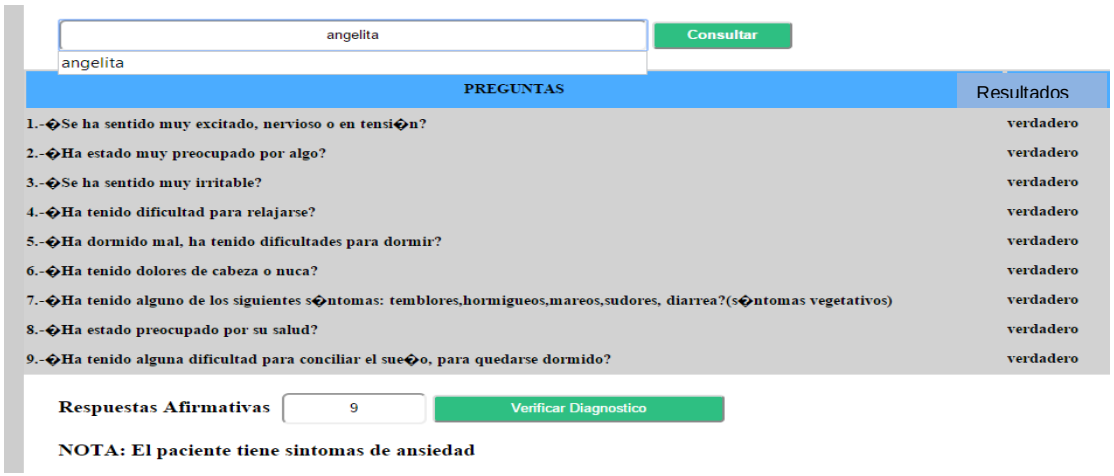
I. Características de la actitud hacia la vida/muerte

1. Deseo de vivir
Moderado a intenso
Debil
Intenso
2. Deseo de morir
Ninguno
Debil
Moderado a intenso
3. Razones para vivir/morir
Las razones para vivir son superiores a las de morir
Iguales
Las razones para morir son superiores a las de vivir
4. Deseo de realizar un intento activo de suicidio
Ninguno
Debil
Moderado a intenso

Imagen 4. Escala de ideación suicida.

El inventario de la imagen 4, costa de 21 ítems, con este Test el Psicólogo podrá reafirmar el estado de salud mental del paciente y recomendar el tratamiento que se tendrá que aplicar, en caso de que el paciente realmente tenga tendencias suicidas.

El Psicólogo Juan Antonio Martínez Aguilar es una persona que ofrece ayuda psicológica a las personas, a través de terapias o mediante la prescripción de medicamentos, actualmente los test psicológicos que aplica a los pacientes lo realiza en forma manual, y los resultados los obtiene de la misma forma, tardando hasta ocho días en calcularlos, dependiendo del número de pacientes que tiene que atender. Es por ello que solicito se le diseñara y elaborara un software que le permita obtener resultados en forma rápida, en especial para los test de ansiedad y depresión, que son un total de 9 inventarios.
Una vez desarrollado el software denominado "D.P.M. Detector de Patologías Mentales (Trastornos del Estado de Ánimo)", se procedió a realizar pruebas para verificar su funcionamiento, para ello se aplicó a un grupo de alumnos que estaban en un curso de Robótica, con la finalidad de conocer cuál era el estado de ánimo de los jóvenes, y consultar posteriormente los resultados. El sistema una vez que calcula el resultado envía un mensaje como el que se muestra en la imagen 5, con este resultado el Psicólogo puede dar un diagnóstico inicial para empezar un tratamiento.



angelita | Consultar

angelita

PREGUNTAS	Resultados
1.-Se ha sentido muy excitado, nervioso o en tensi n?	verdadero
2.-Ha estado muy preocupado por algo?	verdadero
3.-Se ha sentido muy irritable?	verdadero
4.-Ha tenido dificultad para relajarse?	verdadero
5.-Ha dormido mal, ha tenido dificultades para dormir?	verdadero
6.-Ha tenido dolores de cabeza o nuca?	verdadero
7.-Ha tenido alguno de los siguientes s ntomas: temblores,hormigueos,mareos,sudores, diarrea?(s ntomas vegetativos)	verdadero
8.-Ha estado preocupado por su salud?	verdadero
9.-Ha tenido alguna dificultad para conciliar el sue o, para quedarse dormido?	verdadero

Respuestas Afirmativas 9 | Verificar Diagnostico

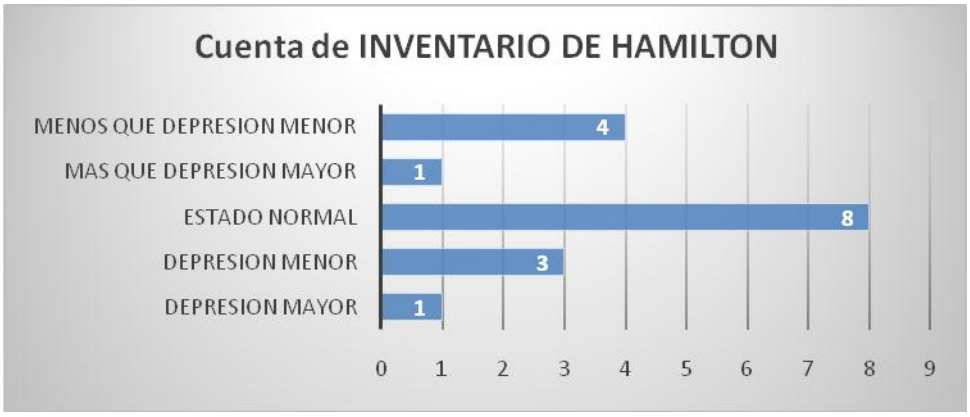
NOTA: El paciente tiene sintomas de ansiedad

Imagen 5. Resultado del inventario de ansiedad

Los resultados obtenidos de la aplicación de los test de Hamilton y Beck, se muestran en las gráficas 1 y 2:

Gráfica 1. Resultados de Test de Beck

Con la aplicación del inventario de Beck, los resultados del sistema que analizó el Psicólogo determino que solo dos jóvenes tienen un ligero trastorno emocional, y 15 se consideran que están “Normal”, como lo muestra la gráfica 1.



Grafica 2. Resultados de Test de Hamilton.

Al analizar los resultados (gráfica 2) obtenidos (test de Hamilton) del sistema, el Psicólogo determinó que en este caso 4 jóvenes requieren de un tratamiento psicológico, ya que 3 de ellos presentan depresión menor y 1 depresión mayor.

Al comparar los nombres de los jóvenes con los resultados de los dos inventarios, el Psicólogo pudo confirmar el diagnóstico, de que dos de ellos si necesitan ayuda psicológica, para lo cual él se ofreció a proporcionárselas.

Conclusiones.

Una vez desarrollado el Sistema Detector de Patologías Mentales, y probado con un grupo de alumnos quienes contestaron los inventarios de Hamilton y de Beck en el sistema, se procedió a consultar los resultados que se muestran en la gráfica 1 y 2, el Psicólogo con estos resultados pudo determinar de una manera rápida y confiable un diagnostico preliminar de cada uno de los encuestados y determinar cuántos de ellos requieren tratamiento psicológico, por lo que se cumple con el propósito de agilizar el diagnostico con la aplicación de los inventarios antes mencionados y por lo tanto una vez instalado el sistema en un sitio web el Psicólogo solicitará a sus pacientes la contestación de los inventarios en línea (previa autenticación del paciente), con ello, el Psicólogo tendrá un resultado preliminar y podrá dar una cita al paciente lo más pronto posible e iniciar el tratamiento si es necesario.

Agradecimientos.

Al Instituto Tecnologico de Iguala por las facilidades proporcionadas para la elaboración y presentación de esta ponencia.

Al Instituto Tecnologico de Zacatepec por su profesionalismo en la organización del congreso CITID 2015.

Referencias.

1. Anne Anastasi, S. U. (1998). *Test Psicológicos.* México: Pearson Prentice Hall.
2. Davidoff, L. L. (1993). *Introducción a la Psicología.* México: McGraw-Hill.
3. Escurdia, D. J. (1 de Junio de 2004). *Secretaria de salud, México.* Recuperado el 15 de Enero de 2014, de www.salud.gob.mx
4. Freud, S. (2011). *Introducción al Psicoanalisis.* México: Alianza.
5. Pressman, R. S. (2006). *Ingeniería del Software.* México: McGraw-Hill.

INTEGRACIÓN DE FRAMEWORKS PARA EL DESARROLLO ÁGIL DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

F. Patiño-Reyes[1], N. Lara-Acono[2]

[1,2]Instituto Tecnológico de Zacatepec. Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos – [1]fernando.pr71189@gmail.com; [2]noemi.la@itzacatepec.edu.mx

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen: El presente artículo da a conocer los beneficios y características otorgadas por los entornos de trabajo también conocidos como frameworks, principalmente enfocado en la familia de proyectos de Spring y ZK, así mismo se da a conocer una solución presentada en el Instituto de Energías Renovables – UNAM y finalmente se presenta un análisis sobre la cantidad de frameworks utilizados por desarrollador y cuál es más utilizado en la capa web.

Introducción.

En el desarrollo de software es requisito indispensable que los programadores de sistemas de computación cuenten con los conocimientos fundamentales, pero si ya se comprenden, manejan y aplican dichos conocimientos, ¿por qué no mejorar las prácticas de programación? La implementación e integración de frameworks aseguran al programador no reinventar soluciones a problemas que ya han sido resueltos por otros entusiastas de la programación, hoy en día existe una gran cantidad de frameworks de software libre, altamente confiables.

Fundamento Teórico.

Spring es un framework para el desarrollo de aplicaciones, proporciona una programación integral y un modelo de configuración para aplicaciones empresariales basadas en java. Spring fomenta en gran medida el trabajo en equipo.

Características:

- Inyección de Dependencias
- Programación Orientada a Aspectos
- Spring MVC en aplicaciones webSpring
- Soporte funcional a JDBC, JPA, JMS

Spring está conformado por una gran comunidad, gracias a ello existen proyectos que complementan y potencializan su uso, parte de los proyectos que conforman esta familia son los siguientes:

Spring Security es un poderoso y altamente configurable framework que permite la autenticación y control de acceso. Es el estándar de seguridad por defecto en aplicaciones basadas en Spring. Principalmente se enfoca en proveer autenticación y autorización a aplicaciones Java. Como todos los proyectos que

conforman la familia de Spring, Spring Security puede ser fácilmente ajustado a los requerimientos de cualquier aplicación.

Características:

- Apoyo integral y extensible para la autenticación y la autorización
- Protección contra ataques como sesión fixation, clickjacking, cross site request forgery, entre otros.
- Integración de API Servlet y así permitir el procesamiento de múltiples hilos en el servidor sin sobrecargarlo.
- Integración opcional con Spring Web MVC.

Dentro de los frameworks más utilizados por desarrolladores de aplicaciones web Java, Spring MVC se posiciona en primer lugar debido a que pertenece a la gran familia de proyectos de Spring (Figura 1).

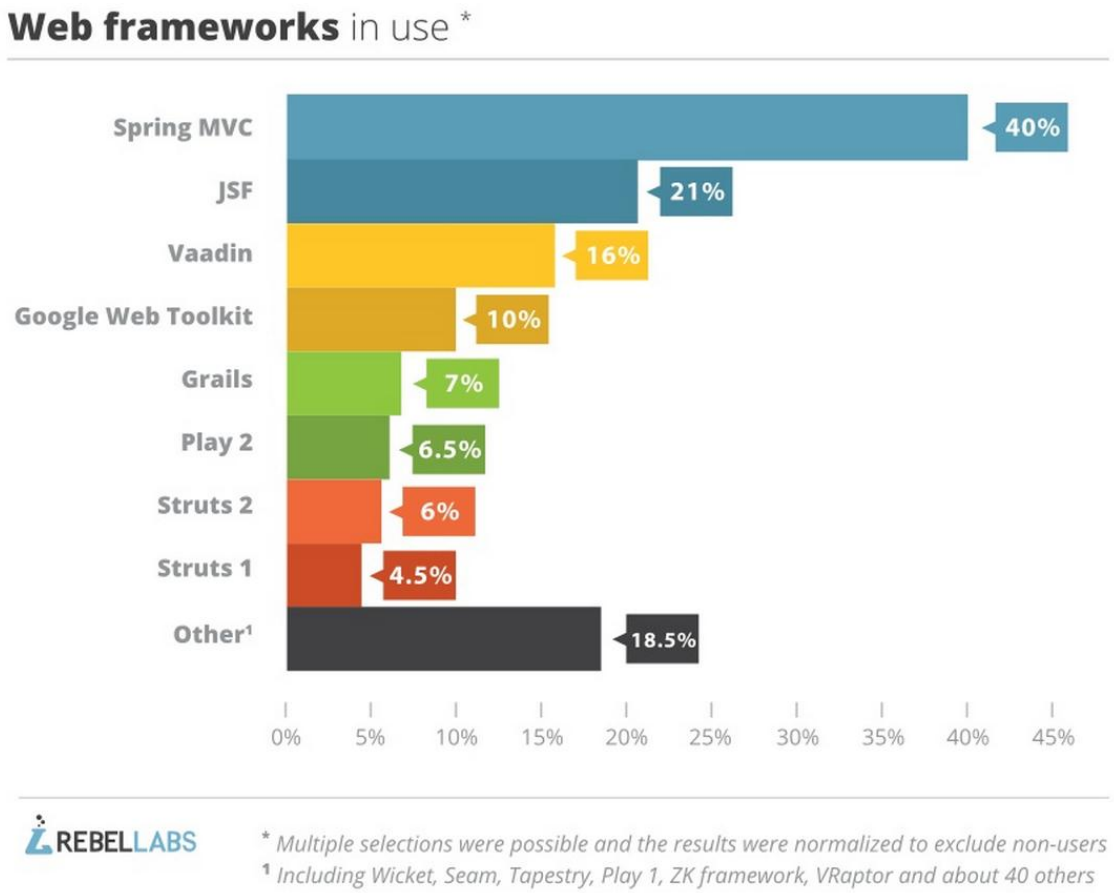


Figura 1.-Frameworks web más utilizados[1]

[1] Fuente: White, Oliver. (Mayo 21, 2014). JRebelLabs. Recuperado el 13 de Febrero de 2015 de: http://zeroturnaround.com/

Spring Data JPA forma parte de la gran familia de Spring Data, facilita la implementación de repositorios basados en JPA (Java Persistence Api). Este módulo mejora en gran medida el soporte hacia la capa de acceso a datos basados en JPA para facilitar la creación de aplicaciones basadas en Spring que incorporan tecnologías de acceso a datos.

Sus características son:

- Apoyo sofisticado para la creación de repositorios basados en Spring y JPA.
- Soporte para predicados Querydsl.
- Soporte para paginación, ejecución dinámica de consultas, integración de código para el acceso a datos.
- Validación de anotaciones Query.
- Soporte para mapeo de entidades escritas en XML.

Por otra parte ZK es un framework de aplicaciones web en AJAX, escrito completamente en JAVA, proporciona una versión de código libre conocida como CE (Community Edition) y dos versiones de pago bajo suscripción las cuales contienen funcionalidades que facilitan el desarrollo de interfaces de usuario, sin embargo la versión CE es muy completa y no limita la creación aplicaciones web complejas sin usar JavaScript y con poca programación. Los programadores diseñan las páginas de su aplicación en componentes XUL/XHTML ricos en características, y los manipulan con eventos disparados por la actividad del usuario final.

Sección Experimental.

En este caso, la integración de frameworks se realizó con la finalidad de proveer un conjunto de funcionalidades para administrar la información de los estudiantes del Instituto de Energías Renovables-UNAM, y así permitir la consulta de información a través de un sitio web. El punto de partida es el establecimiento de los objetivos.

Objetivo general: Diseñar e implementar un sistema en línea para mejorar la gestión de información de la coordinación de posgrado.

Objetivos específicos:

- Analizar la información disponible para el diseño de la base de datos.
- Identificar las herramientas adecuadas para abordar el proyecto.
- Desarrollar la base de datos para almacenar la información.
- Diseñar la estructura de la aplicación web para la gestión de información.

La recopilación de información se realizó en la Coordinación de Posgrado del Instituto de Energías Renovables-UNAM. Se analizaron los historiales de alumnos de nuevo ingreso, alumnos vigentes y asignaturas, así como información de congresos y artículos.

En la gestión de la información los conceptos básicos y sus relaciones (Figura 2), constituyeron el punto de partida para organizar las interacciones del sistema.

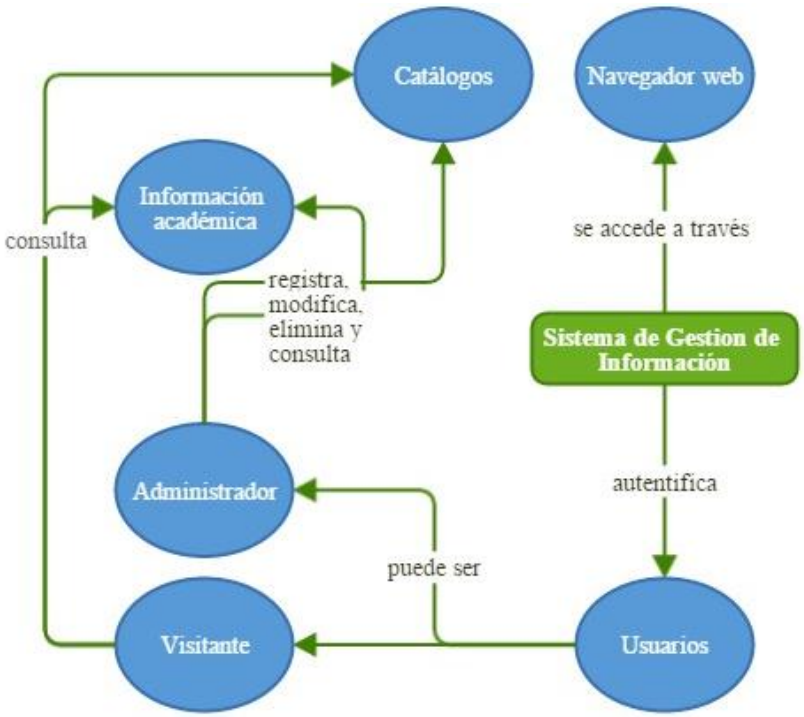


Figura 2.- Mapa conceptual del sistema

Se detallaron las interacciones de los usuarios con el sistema (Figura 3).

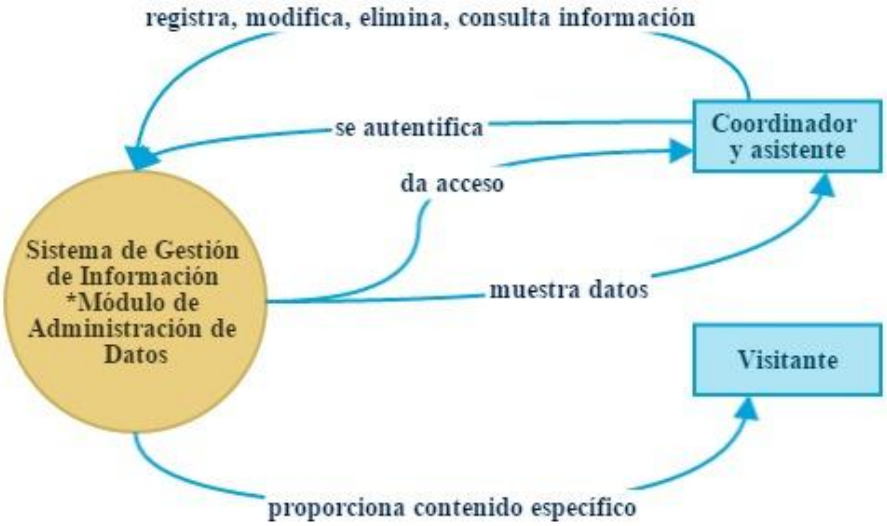


Figura 3.- Mapa conceptual del sistema

Posteriormente se identificaron los roles y los casos de uso esenciales en los que interviene el administrador y el visitante. En el uso generalizado del sistema participan ambos tipos de usuario (Figura 4).

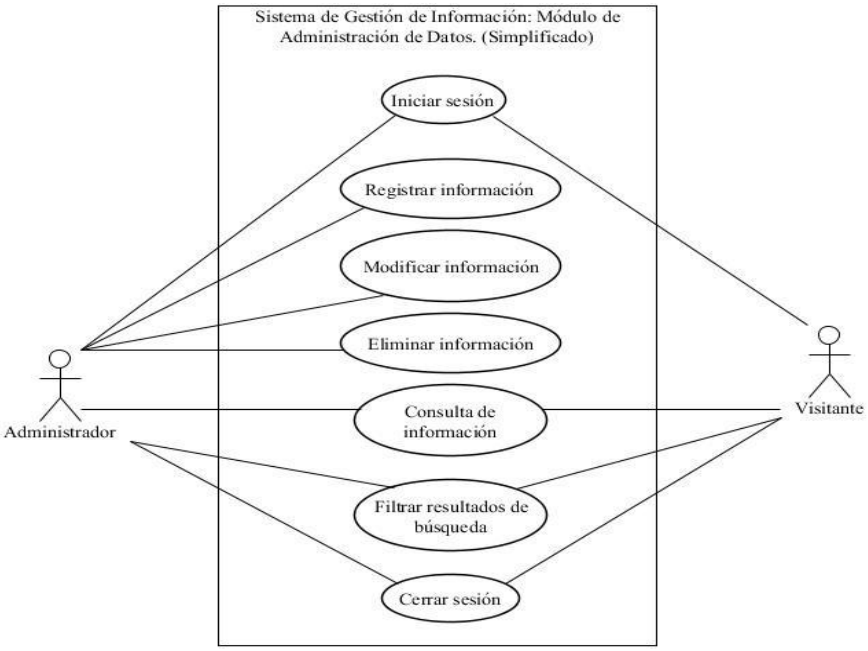


Figura 4.- Diagrama de caso de uso mostrando el uso generalizado del sistema

También se determinaron los casos de uso específicos para cada uno de los usuarios, tanto para el administrador (Figura 5) como para el visitante (Figura 6).

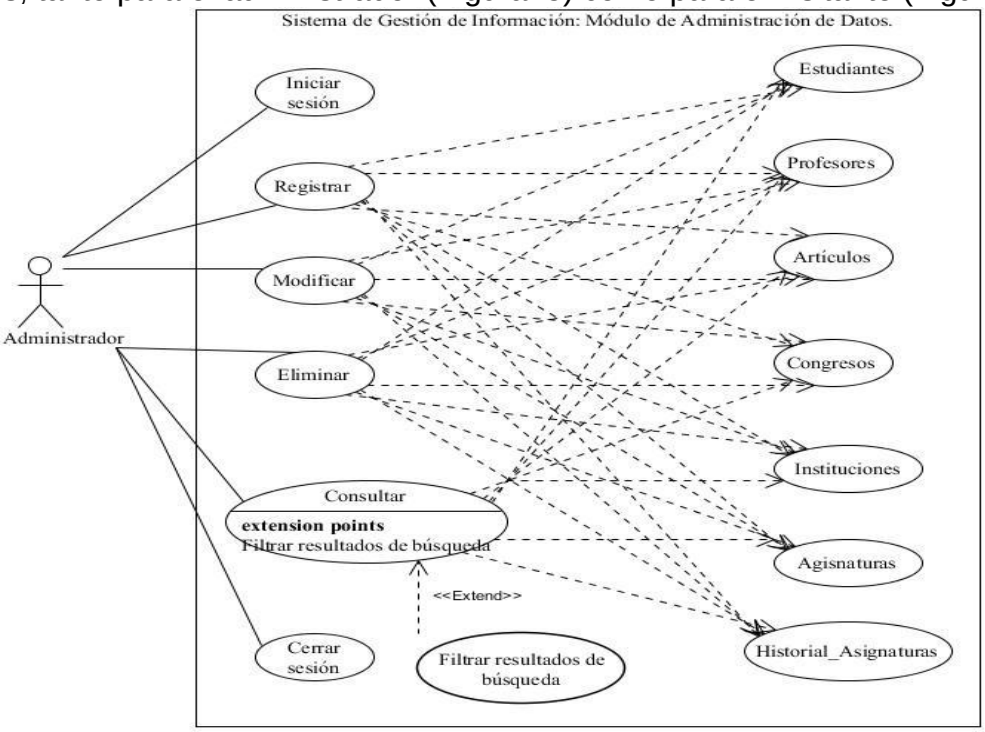


Figura 5.- Diagrama de caso de uso mostrando el uso generalizado del sistema

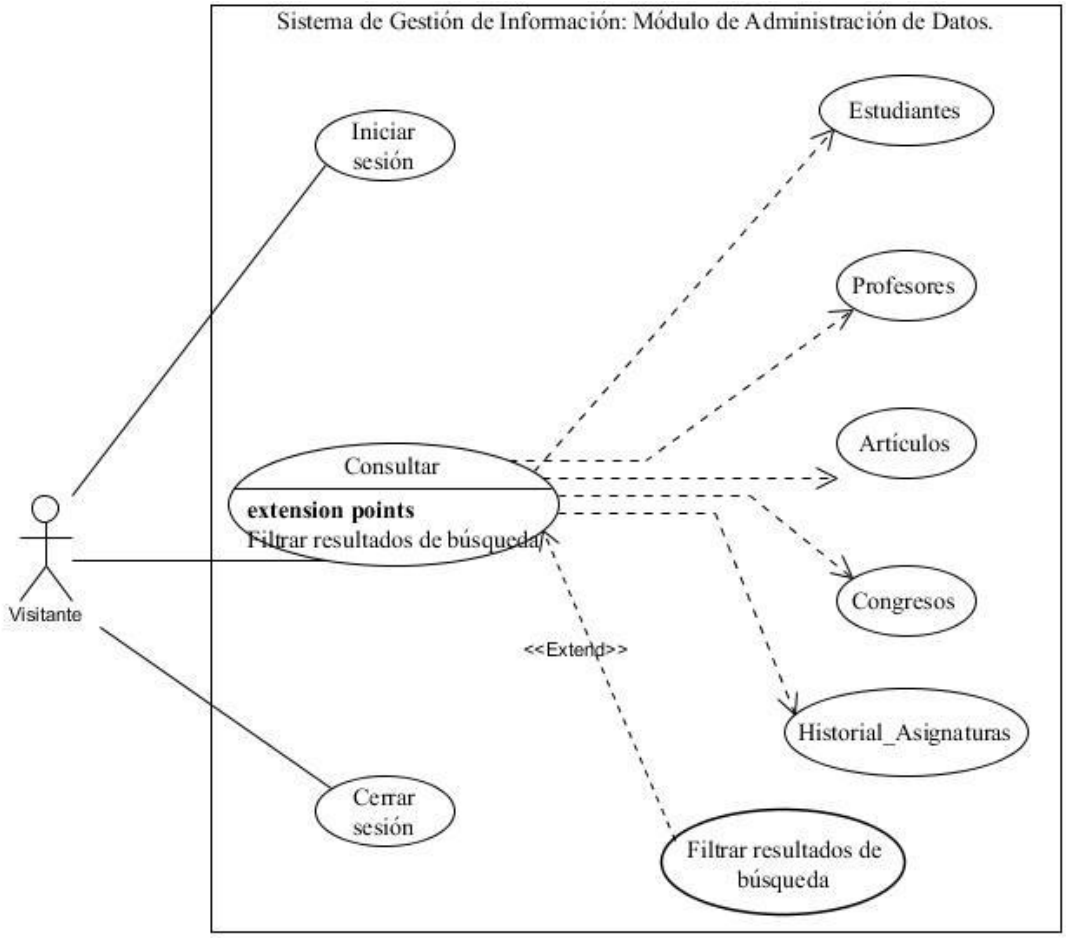


Figura 6.- Diagrama de caso de uso mostrando el uso generalizado del sistema

El modelado de la base de datos es una de las tareas elementales en el diseño de la aplicación y tiene su origen en el análisis de los datos. La figura 7 es el despliegue parcial de una sección de la base de datos, en ella se muestra como entidad central el historial académico con las entidades asociadas para los estudiantes, las actividades en las cuales participa tales como congresos, artículos, el jurado participante.

El diseño de la base de datos se realizó con un enfoque orientado a objetos de acuerdo con las condiciones fijadas en la tecnología utilizada a través de los frameworks para tener un diseño consistente y una asociación con los usuarios, las acciones y las interacciones identificadas en el análisis.

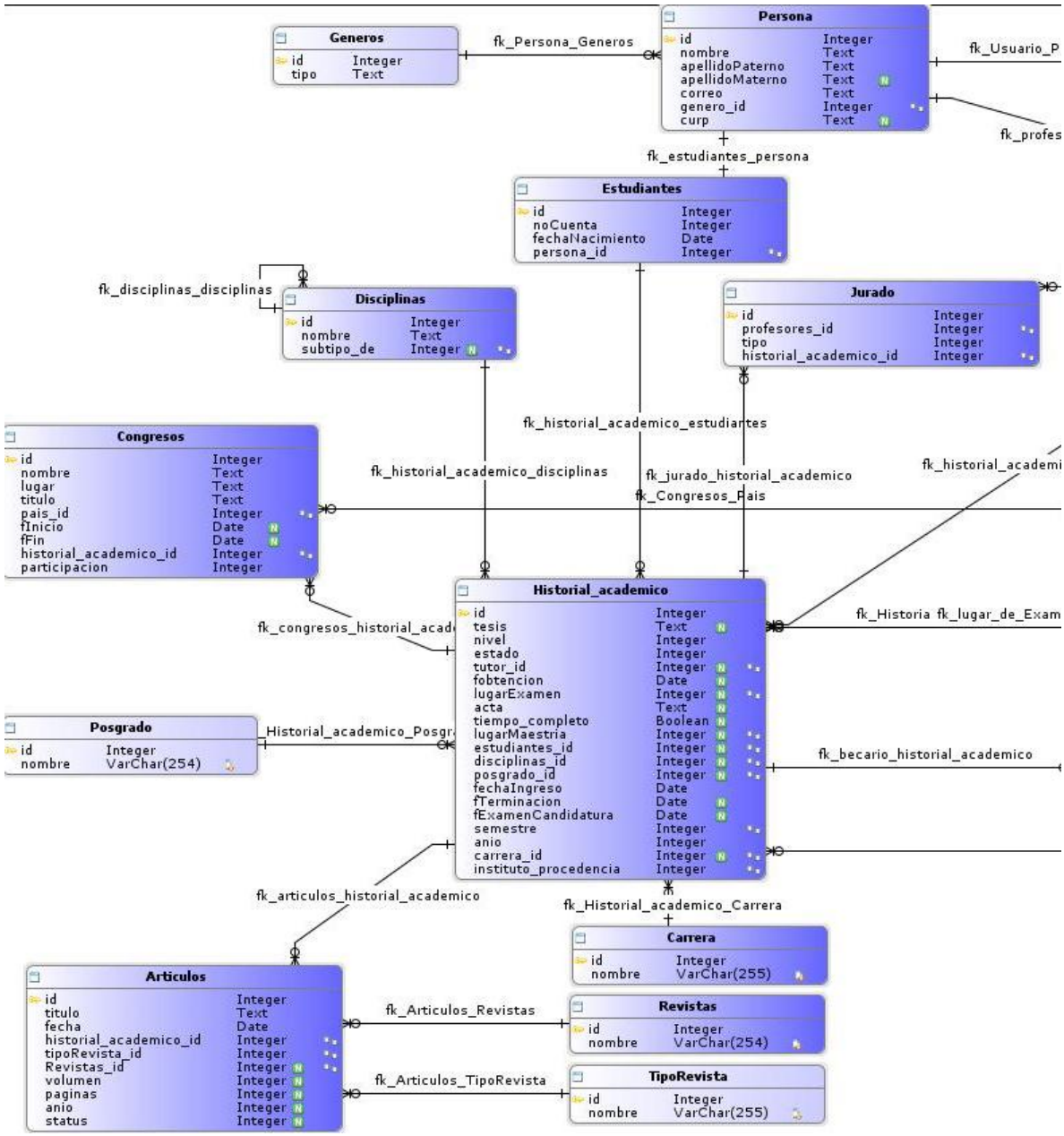


Figura 7.- Modelo de la base de datos (sección 1)

Finalmente, los elementos de diseño se integraron en una aplicación en la cual se presentan diferentes vistas organizadas en ventanas algunas de las cuales son emergentes, cajas de diálogo y catálogos a los cuales se accede mediante los distintos elementos de la aplicación. El primer paso es el inicio de sesión para la autentificación del usuario (Figura 8).

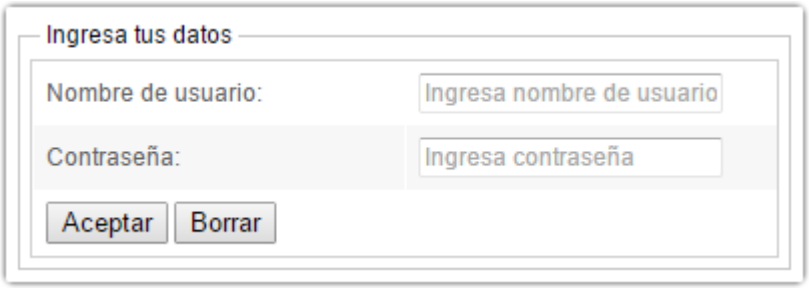


Figura 8.- Autentificación de usuarios

El registro de estudiantes es una de las tareas que se realizarán con mayor frecuencia en la aplicación (Figura 9).

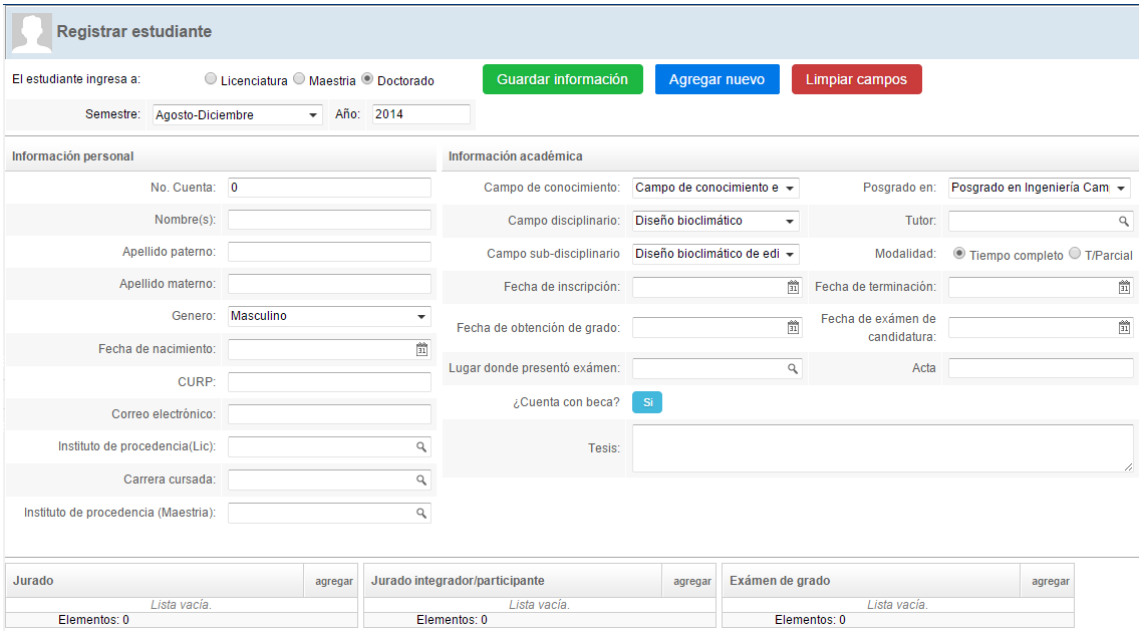


Figura 9.- Vista del Registro de estudiantes

El registro de congresos y de artículos cuenta con una interfaz similar para ambos casos (Figura 10). Además del registro de datos de estudiantes, artículos y congresos también se almacenan datos de los profesores, las asignaturas y las instituciones. Una vez registrada la información, ésta puede ser modificada.

Es importante señalar que el acceso para el registro y la actualización de datos solo puede hacerse bajo el rol de administrador, los visitantes en ningún momento podrán realizar tareas de registro ni de actualización, solo se permite que consulten la información registrada.

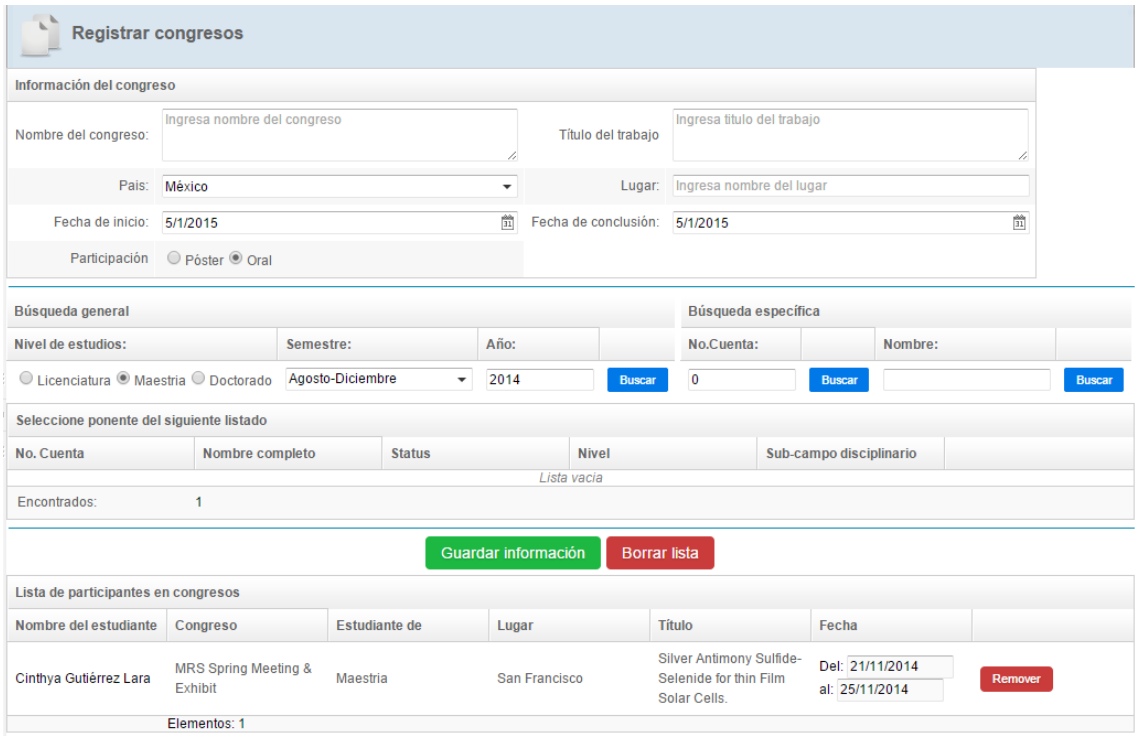


Figura 10.- Vista del Registro de estudiantes

Resultados y Discusión.

Gran parte de los desarrolladores de aplicaciones solo conocen o aplican un framework en lo cual pueden tener influencia diversos factores como el laboral, la permanencia en la zona de confort y no explorar nuevas alternativas, que al contrario de limitar sus capacidades las aumentan. Sólo un pequeño porcentaje ha usado 4 o más frameworks lo cual los vuelve más competentes al momento de elegir un framework que se adecúe a sus necesidades (Figura 11).

En el Instituto de Energías Renovables – UNAM se desarrolló una aplicación web en la que se integraron dos frameworks: Spring y ZK. La curva de aprendizaje de dichos frameworks es alta, por ello el desarrollo de la Aplicación web para la gestión de información de estudiantes del Instituto de Energías Renovables fue inmediato y se realizó en un periodo corto considerado así en función del alcance y la robustez de la aplicación. Además, en el desarrollo de esta aplicación web se cubrieron las necesidades de seguridad, estructuración del proyecto, acceso a datos e interfaz de usuario, las cuales son características deseables en una aplicación web, por lo que se cubrieron oportuna y eficazmente las expectativas establecidas a través de los requerimientos.

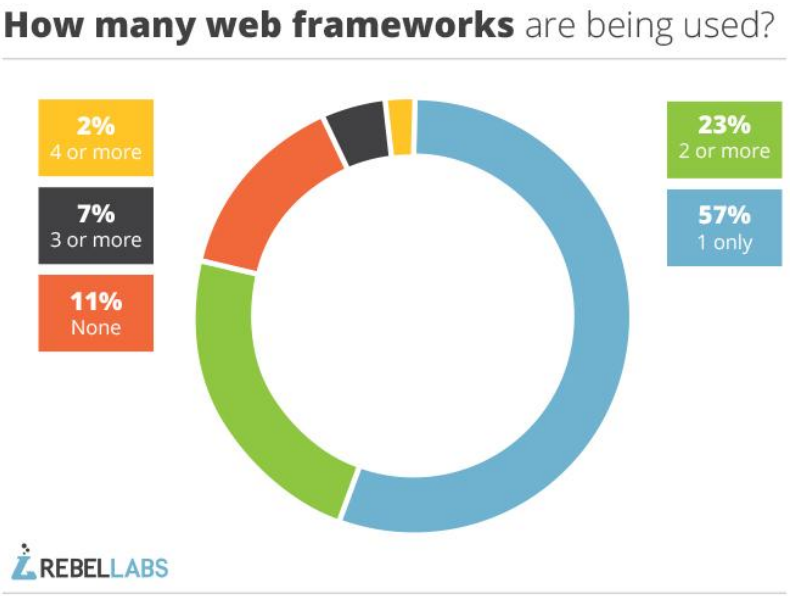


Figura 11.- Cantidad de frameworks web utilizados por desarrollador[2]

Conclusiones.

En el desarrollo de aplicaciones es importante conocer las metodologías y reglas fundamentales de programación, sin embargo, la contribución en software libre de cientos de programadores alrededor del mundo ha cubierto necesidades específicas que no requieren la reinvención, como lo son Spring y ZK.

Parte esencial en el uso de frameworks es disminuir el tiempo de desarrollo, fomentar el trabajo en equipo, tener una alta mantenibilidad y escalabilidad.

Agradecimientos.

Al Instituto de Energías Renovables-UNAM por el apoyo brindado para la realización del proyecto.

Referencias.

1. **Alex Ben, T. L. (15 de Agosto de 2014). Spring Security Reference. Recuperado el 6 de Noviembre de 2014, de Spring Framework: http://docs.spring.io/spring-security/site/docs/3.2.5.RELEASE/reference/htmlsingle/**
2. Oliver Gierke, T. D. (8 de Junio de 2014). *Spring Data JPA - Reference Documentation*. Recuperado el 21 de Octubre de 2014, de Spring Data JPA: http://docs.spring.io/spring-data/jpa/docs/current/reference/html/

[2] Fuente: White, Oliver. (Mayo 21, 2014). JRebelLabs. Recuperado el 13 de Febrero de 2015 de: http://zeroturnaround.com/

3. Potix Corporation. (25 de Agosto de 2011). *ZK Documentation - Working with ZK Spring*. Recuperado el 21 de Octubre de 2014, de ZK Framework: http://books.zkoss.org/wiki/ZK%20Spring%20Essentials/Working%20with%20ZK%20Spring
4. Potix Corporation. (8 de Marzo de 2012). *ZK Spring Essentials - Working with ZK Spring - Working with ZK Spring Security*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2014, de ZK: http://books.zkoss.org/wiki/ZK%20Spring%20Essentials/Working%20with%20ZK%20Spring/Working%20with%20ZK%20Spring%20Security
5. Potix Corporation. (27 de Noviembre de 2013). *ZK Essentials - Chapter 9: Spring Integration*. Recuperado el 21 de Octubre de 2014, de ZK Framework.
6. Rod Johnson, J. H. (Noviembre de 2007). *The Spring Framework - Reference Documentation*. Recuperado el 20 de Octubre de 2014, de Spring Framework: http://docs.spring.io/spring/docs/2.5.x/reference
7. Suarez, D. D. (07 de Julio de 2013). *Spring Container e Inyección de Dependencias*. Recuperado el 15 de Octubre de 2014, disponible en adictosaltrabajo: http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=Spring_Container_Inyeccion_Dependencias

MIDDLEWARE PARA DATA GRIDS: MÓDULO DE ACTUALIZACIÓN

Francisco Javier Cartujano Escobar[1], Madaí Ménez Esquivel[1], Claudia Noguerón González[1], Isaac Castrejón Gama[1], Claudia Bustillos Gaytán[1]

[1]Cuerpo Académico de Tecnologías de Información del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, México; francisco.ce@itzacatepec.edu.mx, madai.me@itzacatepec.edu.mx, claudia.ng@itzacatepec.edu.mx,
zeus_of_one@hotmail.com, clayhab@gmail.com

***Área de participación**: Computación*

RESUMEN

Grid computing es un paradigma de computación distribuida donde los recursos de una red computacional son compartidos de una manera transparente por los usuarios o aplicaciones. El recurso que se comparte mas comúnmente es el cpu, pero también otros recursos pueden ser compartidos. En particular cuando se comparten datos y almacenamiento, la red es conocida con el nombre de *data grid*. En un *data grid* se debe ofrecer un conjunto de servicios que permitan a los usuarios o aplicaciones acceder datos de una manera transparente o desatendida, es decir, el usuario o aplicación manipula datos sin la necesidad de conocer su ubicación, o si estos se encuentran replicados o fragmentados. Para poder ofrecer estos servicios desatendidos, el *data grid* posee un componente de software llamado el *middleware*. El presente artículo describe el desarrollo y pruebas realizadas al el módulo de actualizaciones de un *middleware* para un *data grid*.

Palabras Claves: Malla de Datos, Computación en Malla, Bases de Datos Distribuidas, Sistemas Distribuidos.

ABSTRACT

Grid computing is a distributed computing paradigm where computer network resources are shared transparently by users or applications. The shared resource more commonly is cpu, but other resources can be shared. Particularly, when shared resources are data and storage, the network is known as data grid. A data grid should provide a set of services that allow users or applications access data transparently or unattended, i.e., the user or application manipulates data without the need to know your location, or if these are replicated or fragmented. To deliver these unattended services, the data grid owns a software component called middleware. This article describes the development and testing of the module updating in a middleware for data grid.

Keywords: Data Grid, Grid Computing, Distributed database Systems, Distributed Systems

1 INTRODUCCIÓN

Día con día, la información generada por las organizaciones es mayor, esto origina almacenar más datos y mejores capacidades de procesamiento, lo que hace necesaria la colaboración de varios recursos computacionales para resolver un determinado problema. Este nuevo reto para la computación da paso a un nuevo concepto llamado *grid computing*. La *grid* tiene el objetivo de proporcionar poder computacional ilimitado y compartido para resolver problemas complejos de una manera distribuida [1].

En una *grid* el recurso más comúnmente compartido es el procesador pero también se puede compartir memoria principal, memoria secundaria, periféricos, software, almacenamiento y datos. En sí se puede compartir todo lo que sea un recurso computacional. Cuando solo se comparten almacenamiento y datos en el entorno de red*, a ésta* se le conoce como *data grid* [2]. Tales datos compartidos podrían ser archivos planos o incluso bases de datos.

Un *data grid* es una red computacional que provee a los usuarios o aplicaciones un conjunto de servicios para acceder, modificar y transferir grandes cantidades de datos distribuidos [3]. Al solicitarse algún dato o archivo de la red, una aplicación denominada el *middleware*, se encarga buscar los datos solicitados y los entrega al usuario o aplicación que realizó la petición[4].

El middleware de un data grid debe ofrecer un acceso a datos que soporte transparencia de localización[6][8], transparencia de réplica[9] y transparencia de fragmentación[6][8], entre otras cosas.

La transparencia de localización es la propiedad de otorgar al usuario el acceso a datos distribuidos sin que sea necesario saber donde se encuentran físicamente los datos, más bien, el usuario debe poder comportarse como si todos los datos estuvieran en su sitio propio. A la designación de que datos fueron asignados a que sitios se le conoce como el esquema de asignación[6][8].

La transparencia de réplica se refiere a que si en el data grid existen datos replicados, el usuario se comporta como si solamente existiera una instancia de los datos. La designación de que tablas fueron replicadas en el *data grid* queda definido en el esquema de réplicas [9].

Y por último, es posible que las tablas de datos se fragmenten, es decir que se partan en pedazos o fragmentos, existiendo la posibilidad que la fragmentación sea horizontal o vertical. La transparencia de fragmentación ofrece a los usuarios acceder a tablas como si no estuvieran fragmentadas. La especificación de como se fragmentaron las tablas queda establecido en lo que se conoce como esquema de fragmentación[6][8].

El presente artículo describe el desarrollo del módulo de actualización de un *middleware* para un *data grid*. El *middleware* implementado ofrece a los usuarios y

aplicaciones transparencia de localización, transparencia de réplica y transparencia de localización. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se describe el hardware y software utilizado para implementar el *middlware*. En la sección 3, se presentan las pruebas y resultados obtenidos. Y finalmente en la sección 4, se presentan las conclusiones.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 *Hardware* y *software* utilizado

2.1.1 *Hardware*

El primer paso en el diseño de un *data grid* es diseñar e implementar una red computacional. Normalmente, el *data grid* se diseña e implementa a partir de una red o redes de computadoras ya existentes, por lo que esta actividad consiste en definir cuales computadoras formaran parte de la red que soportará al *data grid.*
Para el caso particular, la red implementada está compuesta por computadoras portátiles y de escritorio mínimamente con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i3.
- 4 gb de memoria principal
- Tarjeta inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.11 g/b para WI-FI

2.1.2 *Software*

Básicamente se utilizó dos tipos de software para la implementación del *data grid*.
El primer tipo corresponde a las herramientas y lenguajes de programación utilizadas para el desarrollo del *middleware*, las cuales fueron JFlex [10] y Java Cup [11] para la construcción del compilador del lenguaje que se definió para acceder a los datos de la *grid* y Java como lenguaje de desarrollo del *middleware.*

El segundo tipo corresponde al *software* que almacena los datos en cada sitio de la red, y en este grupo se utilizaron los siguientes manejadores de bases de datos: Oracle lite 10G, MySQL 5.6, SQL Server 2012 y PosgreSQL 9.3.

2.2 Diseño e implementación del módulo de consultas del *middleware*

2.2.1 Gramática del lenguaje de actualización implementado

El *middleware* desarrollado utiliza SQL como lenguaje de acceso a los datos distribuidos en el *data grid.* Se implementó de SQL la parte correspondiente al DML (*Data Manipulation Language*), el cual comprende estatutos de inserción, borrado, actualización y consulta. En este artículo únicamente se describe el desarrollo del módulo de actualización del *middleware.* Para la implementación de la grámatica soportada por el DML se utilizaron las herramientas Jflex y Java Cup.

La sintaxis del estatuto *INSERT* de SQL implementada por el módulo de actualización es mostrada en la Figura 1**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. El usuario puede ingresar cualquiera de las tres versiones del comando de inserción. Al momento de ingresar la sentencia, el compilador verifica que cumpla con la sintaxis y que las columnas y tablas estén presentes en el *data grid*, después comprueba si la tabla a la que se va a insertar está fragmentada, si fuera el caso, busca la localidad de cada uno de los fragmentos de la tabla y después ejecuta la sentencia para cada fragmento.

```
INSERT INTO nombre_tabla [(nombre_columna,...)]
VALUES (expresión,..., n_expresión)
|
INSERT INTO nombre_tabla
SET nombre_columna={expresión},..., n_columna={expresión}
|
INSERT INTO nombre_tabla [(nombre_columna,...)]
EXPRESIÓN_CONSULTA
```

Figura 1 Sintaxis del estatuto INSERT implementada en el módulo de actualización del *middleware*

A diferencia de la sentencia anterior, la eliminación de datos solo cuenta con una sola forma para borrar, ver Figura 2. De igual manera, el usuario ingresa la sentencia y el compilador se encarga de verificarla. Esta sentencia cuenta con la cláusula *WHERE* que sirve para seleccionar los datos que se han de eliminar. Al estar correcta la sentencia el *middleware* comprueba el estado de fragmentación de la tabla donde se eliminara los datos y ejecuta la sentencia.

```
DELETE  FROM nombre_tabla
[WHERE condición]
```

Figura 2 Sintaxis del estatuto DELETE implementado en el módulo de actualización del *middleware*

La sentencia *UPDATE* modifica los datos de una tabla. Su sintáxis es mostrada en la Figura 3. Al igual que la anterior se puede añadir opcionalmente la clausula *WHERE*, que en este caso solo servirá para limitar la modificación de ciertos registros de la tabla. De igual forma que las sentencias anteriores, el *middleware* comprueba el estado de fragmentación de la tabla donde se modificarán los datos y ejecuta la sentencia.

```
UPDATE  nombre_tabla
SET atributo = valor [, atributo = valor]
[WHERE condición]
```

Figura 3 Sintaxis del estatuto UPDATE implementado en el módulo de actualización del *middleware*

2.2.2. Diccionario de datos del *Data Grid*

Un elemento esencial en toda la arquitectura del *data grid* es el diccionario de datos. Un diccionario de datos o también conocido como metadatos es una base de datos que contiene información acerca del *data grid*. En él se almacena información acerca de los sitios que conforman al *data grid*, las tablas de datos almacenadas en él, las relaciones entre dichas tablas, el esquema de asignación, el esquema de fragmentación, el esquema de réplicas, los usuarios permitidos acceder al *data grid*, sus privilegios, entre otras cosas. El diseño lógico del diccionario de datos del sistema de *data grid* implementado es el mostrado en la Figura 4.

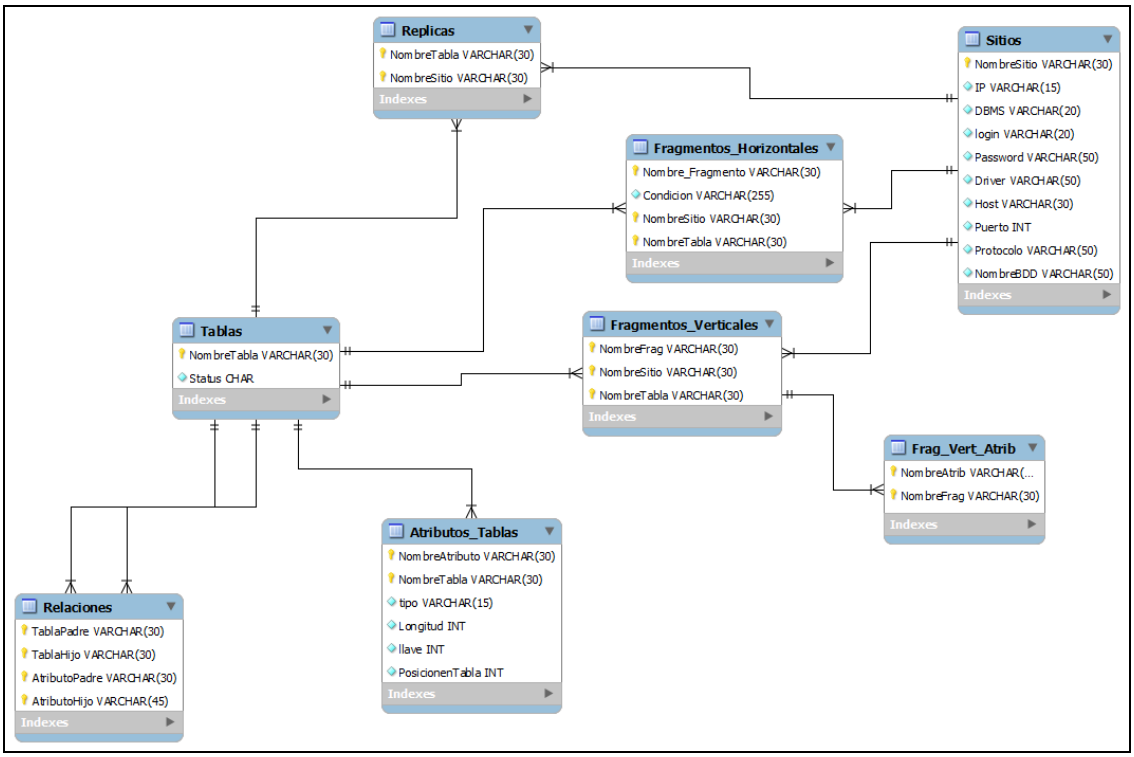


Figura 4. Diseño lógico del diccionario de datos de un *data grid*

El *middleware* desarrollado puede ofrecer servicios transparentes a los usuarios o las aplicaciones, accediendo y analizando la información contenida en el diccionario de datos, es decir mediante éste, el *middleware* sabe dónde se encuentra la información que le solicitan, si está se encuentra fragmentada y/o replicada, y si el usuario tiene el privilegio de accederla, entre otras cosas.

2.2.3 Disponibilidad del *middleware* en forma de *JAR*

El *middleware* desarrollado está disponible en formato JAR con la finalidad que pueda ser importado en cualquier programa en Java para desarrollar aplicaciones que accedan al *data grid*.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas al módulo de actualización del *middleware* se ejecutaron considerando el modelo conceptual global de base de datos mostrado en la Figura 5. Este modelo considera un sistema de Institutos Tecnológicos ubicados en tres estados, así como sus carreras, maestros y alumnos con sus respectivas calificaciones.

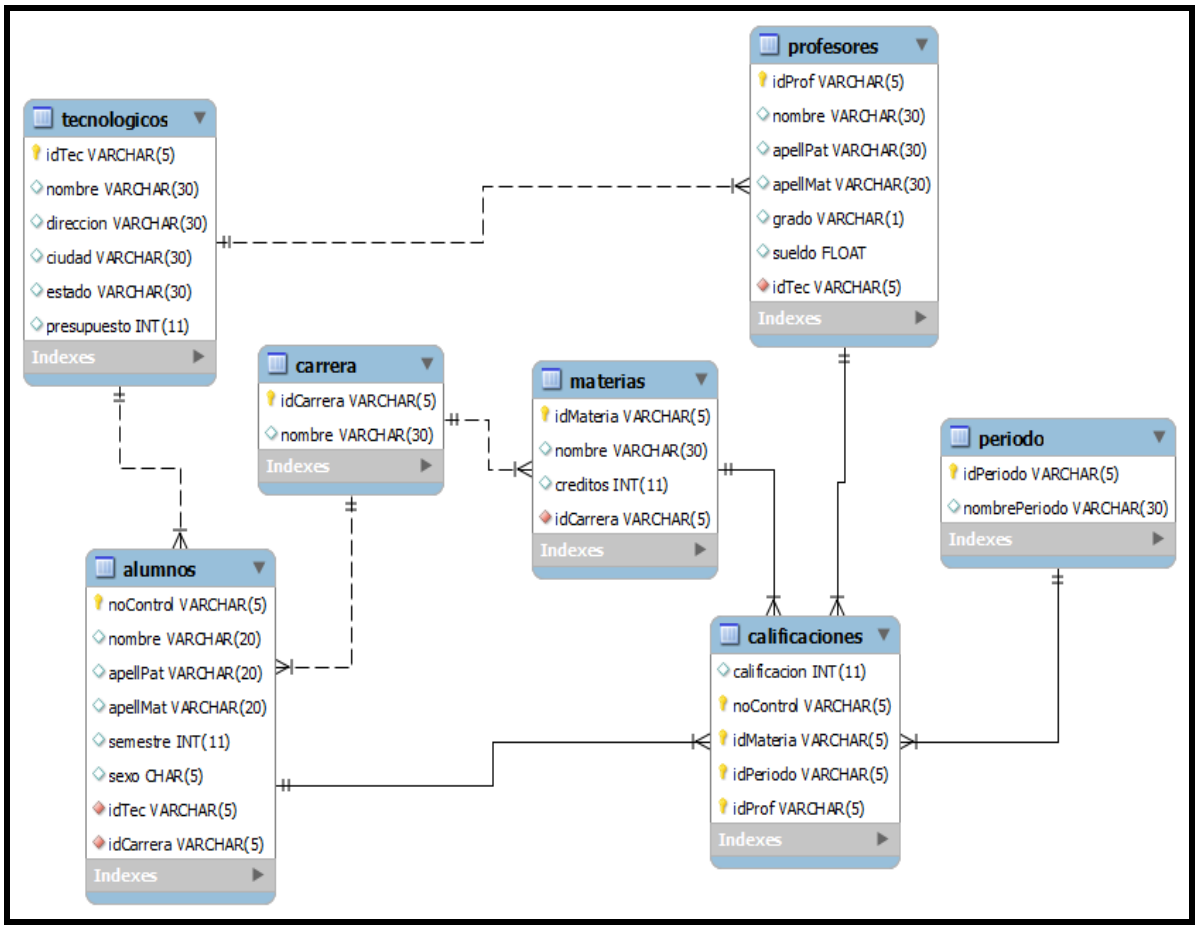


Figura 5. Modelo conceptual global de la base de datos *Tecnológicos*

A partir de este modelo conceptual se generó un esquema de fragmentación, un esquema de réplicas y un esquema de asignación para distribuir a los datos en el *data grid.* Los esquemas definidos se muestran en la Figura 6: los fragmentos horizontales se muestran en azul, los verticales en rojo y las tablas replicadas en verde.

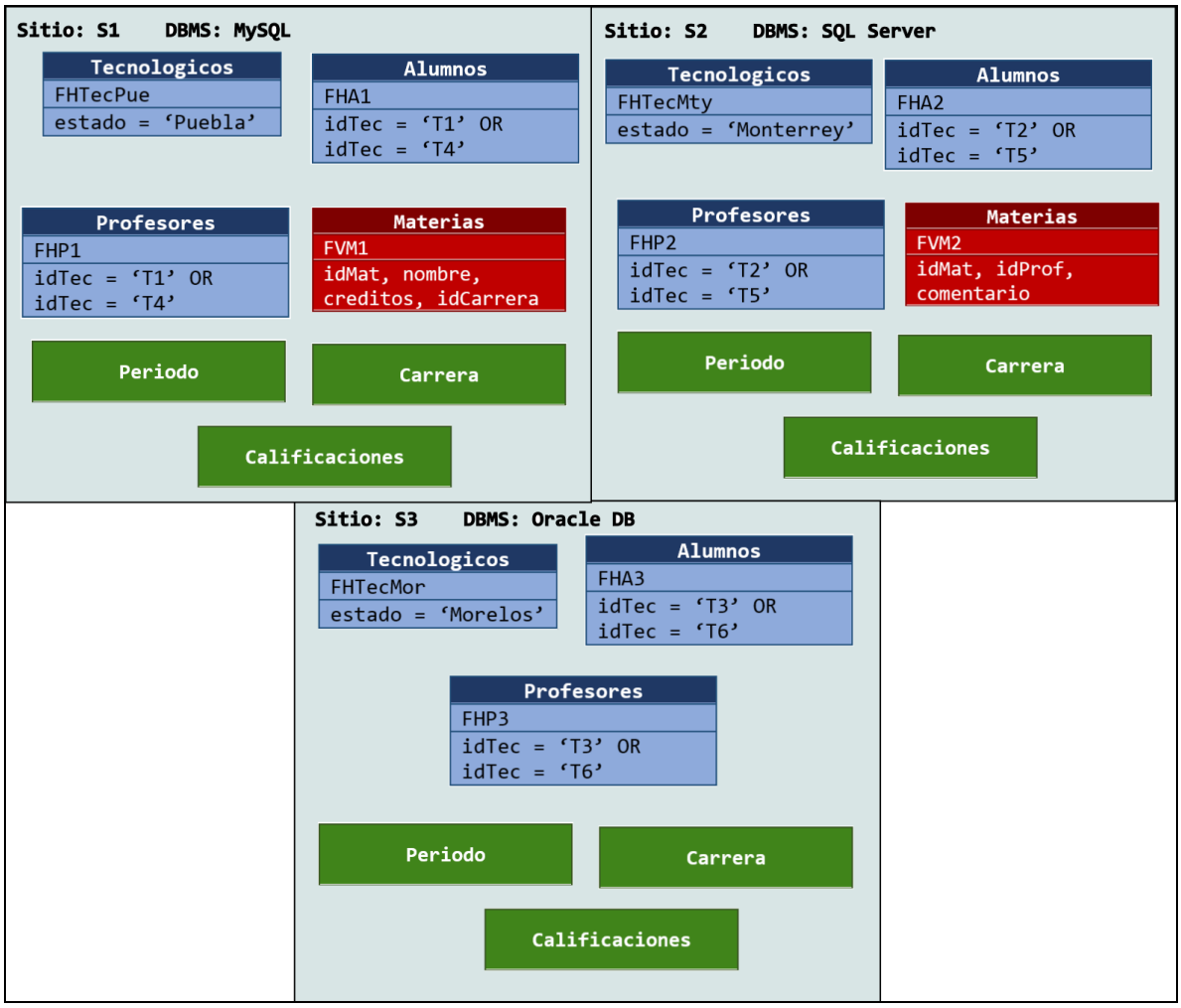


Figura 6. Especificación de los esquemas de asignación, fragmentación y réplicas del *Data Grid*

Para realizar las pruebas, se implementó la interfaz de usuario mostrada en la Figura 7. En ella es posible establecer en el primer campo de texto un *script* de estatutos de actualización o especificar un estatuto de actualización en el segundo campo de texto. En el componente tabla se muestran dos columnas, *sentencia* y *correcto*, en la primera se despliega la sentencia que se ejecuta y en la segunda se índica mediante una paloma o una cruz, si se ejecutó correctamente o incorrectamente la sentencia, respectivamente. En caso de error, se muestra el mensaje correspondiente en la *etiqueta 2*.

Es importante mencionar que cualquiera de los estatutos de actualización se pueden ejecutar desde cualquier sitio del *data grid*

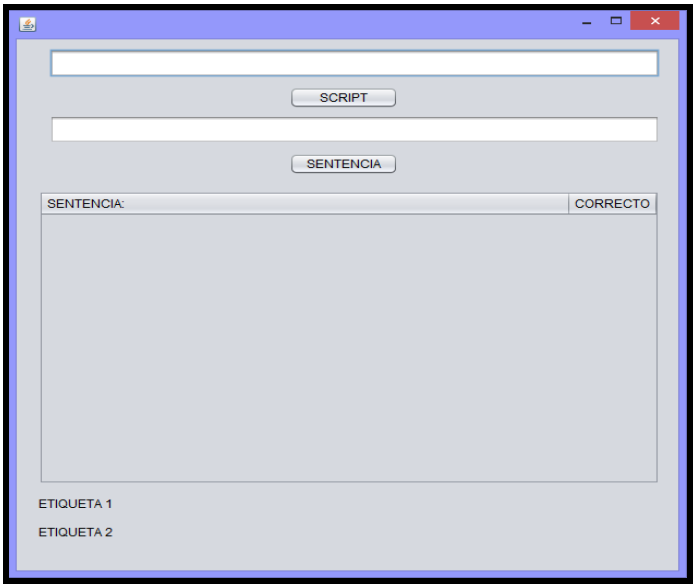


Figura 7. Interfaz desarrollada para las pruebas

3.1 Prueba de inserción de datos

El *script* mostrado en la Figura 8 fué ejecutado para probar un conjunto de sentencias *INSERT INTO*. Este *script* contiene inserciones válidas a todas las tablas lógicas de la base de datos, lo que significa que el *middleware* detecta a que sitio fueron asignadas las tablas, cuáles fueron fragmentadas horizontalmente ó verticalmente, y cuáles fueron replicadas, de tal modo que toma las acciones pertinentes para llevar a cabo las inserciones físicas correspondientes.

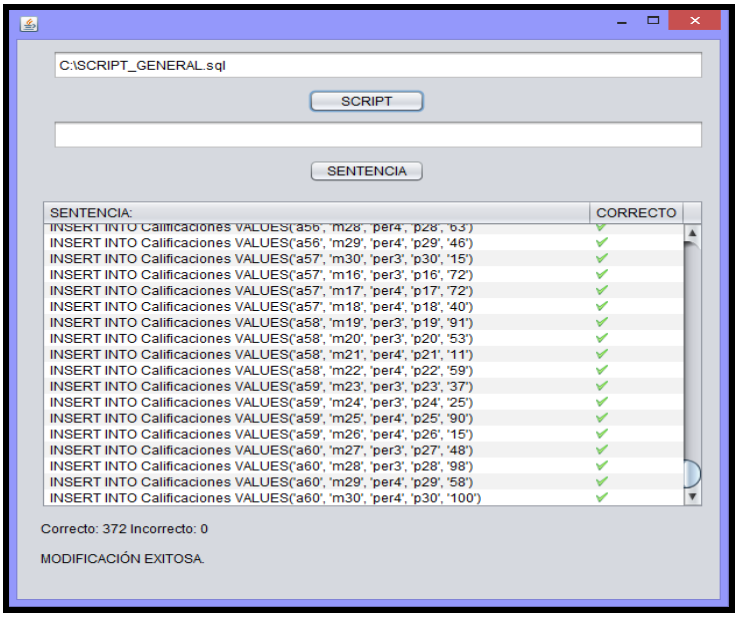


Figura 8. Ejemplo de *script* con estatutos *INSERT*

En la Figura 9 se muestra una parte de la tabla *calificaciones* replicada en el sitio S2 (en ese sitio se tiene a SQL Server) después de ejecutar el *script* de la Figura 8. Esos mismos valores fueron insertados en las réplicas (sitios S1 y S3) de manera automática por el *middleware* por el soporte a transparencia de réplica.

Results | Messages

	noControl	idMateria	idPeriodo	idProf	calificacion
1	a1	m1	per1	p1	78
2	a1	m2	per1	p2	1
3	a1	m3	per2	p3	81
4	a1	m4	per2	p4	66
5	a10	m10	per2	p10	98
6	a10	m7	per1	p7	84
7	a10	m8	per1	p8	40
8	a10	m9	per2	p9	62
9	a11	m11	per1	p11	18
10	a11	m12	per1	p12	40
11	a11	m13	per2	p13	51
12	a11	m14	per2	p14	66
13	a12	m1	per1	p1	62
14	a12	m15	per1	p15	22
15	a12	m2	per2	p2	48
16	a12	m3	per2	p3	94
17	a13	m4	per1	p4	81
18	a13	m5	per1	p5	3
19	a13	m6	per2	p6	40
20	a13	m7	per2	p7	37
21	a14	m10	per2	p10	1
22	a14	m11	per2	p11	3
23	a14	m8	per1	p8	3
24	a14	m9	per1	p9	78
25	a15	m12	per1	p12	81
26	a15	m13	per1	p13	18
27	a15	m14	per2	p14	3

Query executed successfully.

Figura 9. Resultado inserciones a tabla replicada en el sitio s2

3.2 Prueba de eliminación de datos

La prueba mostrada en la Figura 10 ejecuta un *script* con sentencias *DELETE* para borrar todas las tuplas cada una de las tablas del *data grid*. De igual forma a la anterior prueba, el *middleware* detecta a que sitio fueron asignadas las tablas, cuáles fueron fragmentadas horizontalmente ó verticalmente, y cuáles fueron replicadas, de tal modo que toma las acciones pertinentes para llevar a cabo los borrados físicos correspondientes.

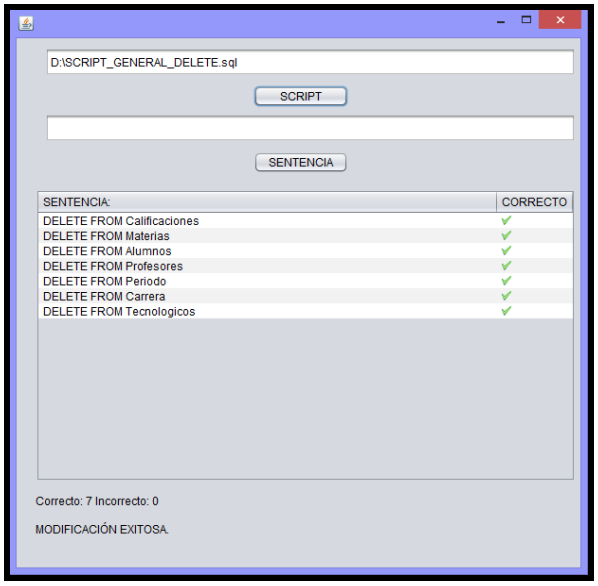


Figura 10. Ejemplo de *script* con estatutos *DELETE*

3.3 Prueba de actualización de datos

En la Figura 11 se muestra un *script* con tres sentencias *UPDATE*. La primera realiza un *UPDATE* a la tabla carrera, la cual se encuentra replicada en los tres sitios, esto origina que el *middleware* acceda a todos los sitios para actualizar todas las réplicas. La segunda actualización modifica la tabla de alumnos que se encuentra fragmentada horizontalmente. Debido a la condición establecida, el *middleware* tendrá que ir a todos los fragmentos horizontales y aplicar la actualización. Y por último, la tercer sentencia actualiza la tabla materias que se encuentra fragmentada verticalmente. El *middleware* solo accede al fragmento vertical del sitio 1 ya que el estatuto *UPDATE* solo hace referencia a atributos del fragmento ubicado en dicho sitio.

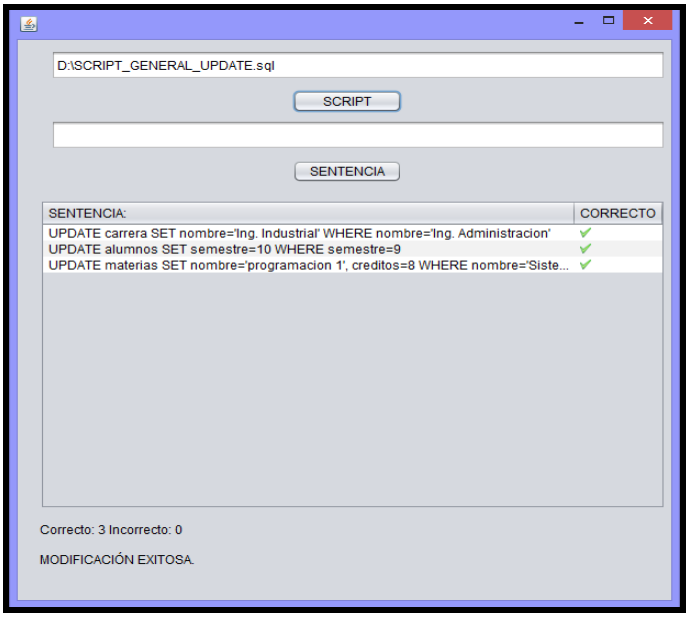


Figura 11. Ejemplo de *script* con estatutos *UPDATE*

4. CONCLUSIONES

El presente artículo describió el desarrollo del módulo de actualización de un *middleware* para un *data grid*, así como los resultados obtenidos al realizar un serie de pruebas al *middleware*.

Como pudo ser constatado en las pruebas, el middleware desarrollado permite acceso a datos distribuidos soportando transparencia de localización, transparencia de fragmentación y transparencia de réplica. Estas características son deseables en un ambiente de *data grid*, ya que uno de los beneficios principales que debe estar presente en toda arquitectura *grid* es una compartición de recursos transparente o desacoplada por parte del usuario, es decir, el usuario consulta la información del *data grid* sin importarle donde se encuentra los datos, si estos se encuentra fragmentados o replicados.

Por último, el *middleware* desarrollado puede ser utilizado por los desarrolladores de aplicaciones de bases de datos distribuidas, simplemente importando en sus programas de java, el *middleware* en formato JAR. Al hacer uso de éste, los programadores se desatienden de saber los detalles de cómo están distribuidos, fragmentados o replicados los datos para realizar múltiples conexiones. El programador simplemente establece una conexión al *data grid* y codifica como si estuviera accediendo a datos almacenados localmente; el acceso laborioso, complicado y detallado se lo deja al *middleware*.

Referencias

[1] N. Preve, Computational and *data grid*s: Principles, Applications, and Design, United States of America: IGI Global, 2011.

[2] A. Chevernak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury and S. Tuecke, "The *data grid*: Towards an Architecture for the Distributed Management and Analysis of Large Scientific datasets," JOURNAL OF NETWORK AND COMPUTER APPLICATIONS, vol. 23, pp. 187-200, 1999.

[3] M. Di Stefano, Distributed data Management for grid computing, New Jersey: Wiley Interscience, 2005.

[4] D. Taniar, High-performance parallel database processing and grid databases, New Jersey: Wiley, 2008.

[5] S. Kumar, database Systems. Concepts Designs and application (2ª Edición), India: PEARSON EDUCATION, 2011.

[6] C. Ray, Distributed database Systems, India: Pearson Education, 2009.

[7] P. A. Bernstein, Using Semi-Joins to Solve Relational Queries, JACM, vol. 28,

[8] M. Tamer Özsu, P. Valduriez, Principles of Distributed database Systems,

[9] P.Vashisht, R. Kumar, A. Sharma2, Efficient Dynamic Replication Algorithm Using Agent for *data grid*, The Scientific World Journal, Volume 2014 (2014).

[10] "Jflex – The fast Scanner Generator for Java," 14 Febrero 2014. [Online]. Available: http://jflex.de/. [Accessed 24 Febrero 2014]

[11] CUP LALR Parser Generator in Java," Marzo 2006. [Online]. Available: http://www2.cs.tum.edu/projects/cup/manual.html#intro. [Accessed 24 Febrero] 2014]

MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO EL ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD.

S. Olmos-Peña[1], R. G. Cruz- Flores[1], C. Juarez- Landín[1], H. Delgado-Hernández[1]

[1] *Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Valle de Chalco, Maestría en Ciencias de la Computación, Av. Hermenegildo Galeana 3, Col. Ma. Isabel, Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México. 56615 http://cux.uaemex.mx/*
samuelop@gmail.com; rgcruzf@uaemex.mx; cjlandin@gmail.com; hector.delgado.hdz@gmail.com

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen: Se desarrolló desde un enfoque de sistemas, la obtención de un Modelo para el Análisis de Riesgo de Inundación, posteriormente, con la ayuda del modelo conseguido, se logró también la obtención de un software; fue necesario primeramente; identificar los diferentes factores que influyeron en La Inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 2010. Para después caracterizarlos y determinar cuáles factores debe analizar un modelo que intente evaluar el riesgo de inundación y finalmente se diseñó y desarrolló el software. En el citado municipio son frecuentes este tipo de desastres al menos en las últimas dos décadas.

Introducción.

La madrugada del 5 de febrero de 2010, se colapsó una de las paredes de contención del Canal de la Compañía en una extensión aproximada de 70 metros. De inmediato se generó una inundación de aguas negras de hasta 2 metros de altura, cortando la circulación en la autopista México-Puebla y cubriendo las zonas habitacionales aledañas. Se estima que este desastre afectó a 11 mil familias y 1,600 viviendas. En Valle de Chalco Solidaridad se vivió una catástrofe anunciada. Se tenía el antecedente del año 2000, cuando se reventó el Canal de la Compañía a la altura de Puente Rojo. En esa ocasión, aunque no afectó a la autopista, inundó varias colonias del municipio colindante de Ixtapaluca.

La mayoría de las investigaciones que se han llevado a cabo en el área de los desastres naturales han sido enfocados en proporcionar una respuesta inmediata al impacto de una contingencia, ejemplos como: sistemas de alerta temprana, pronósticos, vulnerabilidad, resiliencia, desarrollo, etcétera; ver por ejemplo, Mileti, et al. (1995, 1999); McEntire (2002, 2003, 2004); Weichselgartner (2001); Burton, 1993; Granot (1997); Kouzmin, et al. (1995); Quarantelli (1984); Levin (1976); Wilson (2000); Cosgrave, (1996); Vroom, et al. (1973); Fisher (1998); Murai (2006); Annan (2005); Egeland (2006), entre otros, dan cuenta de esto.

Y a pesar de los numerosos estudios e investigaciones que se han llevado a cabo sobre desastres naturales que tienen por objetivo satisfacer la imperiosa necesidad de prevenirnos para salir lo menos afectados posible; sin embargo, no hay mucha evidencia de una investigación en el desarrollo de metodologías o modelos para el diagnóstico de desastres naturales y mucho menos de apoyo de software para analizar este tipo de desastres, particularmente en el caso de inundaciones en el país, ni en el Estado de México y menos aún para los

municipios susceptibles de sufrir este tipo de eventos, como es el caso de Valle de Chalco Solidaridad.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

De acuerdo a la revisión de la literatura, no hay una norma o estándar bien establecida que defina un sistema de gestión de riesgos de desastres; sin embargo, la Figura 1 muestra un arreglo típico que se usa en la gestión de desastres o emergencias. (OPS; 2000).

Figura 1 Etapas típicas del proceso de gestión de riesgos de desastres. (OPS; 2000).

Enfoque sistémico

El pensamiento sistémico ofrece una nueva y poderosa perspectiva para entender los problemas del mundo real. El pensamiento sistémico es una manera de comprender la realidad que enfatiza en las relaciones que forman parte de un "sistema", más que en las partes en sí mismas. La palabra “sistema” es empleada comúnmente, hablamos sobre sistemas sociales, ecosistemas, sistemas de control, sistemas informáticos, sistema solar, sistemas filosóficos, sistemas biológicos, entre otros. El hecho de que la palabra se usa en muy diferentes contextos indica la complejidad del concepto mismo. Pero sin que nos involucremos en lingüística o semántica se puede afirmar que un sistema es cualquier entidad abstracta o física que consiste de las partes interdependientes con un fin común y que enfoque sistémico significa ver las cosas como un “todo”, de manera holística o integral. (Emery, 1981; Bertalanffy, 1981; Forrester, 1961; Checkland, 1981; Checkland & Scholes, 1990).

El método MORT (Management Oversight & Risk Tree)

MORT es un método analítico para determinar las causas y factores que contribuyen a un accidente o incidente. En MORT, los accidentes se definen como eventos imprevistos que producen daños o perjuicios, es decir, pérdidas. Las pérdidas se producen cuando un agente nocivo entra en contacto con una persona, o bien, un material. Este contacto puede producirse ya sea por una falta de prevención o como un lamentable, pero aceptable, resultado de un riesgo que ha sido correctamente evaluado (el llamado "riesgo asumido"). El análisis del MORT siempre evalúa la ruta del "fracaso" antes de considerar la hipótesis "riesgo asumido".

En el análisis MORT, la mayor parte del esfuerzo se dirige a la identificación de problemas en el control de un trabajo/proceso y en las deficiencias de las barreras de protección asociados con este. Estos problemas son luego analizados por sus orígenes en la planificación, diseño, la política, entre otros.

La Figura 2 muestra la estructura básica del método MORT. El evento principal o superior en MORT es denominado "Pérdidas" por debajo del cual están dos de sus posibles causas: {1} “Omisiones y Descuidos”, o {2} “Riesgos Asumidos”. Todos los factores que contribuyen a ello en la secuencia del accidente se tratan como “descuidos y omisiones” a menos que sean “riesgos asumidos”. La entrada al evento “Omisiones y Descuidos” es a través de una compuerta lógica “Y” (AND). Esto significa que los problemas que se manifiestan en el control específico de las actividades de trabajo, necesariamente implican cuestiones en la gestión de los procesos que los gobiernan.

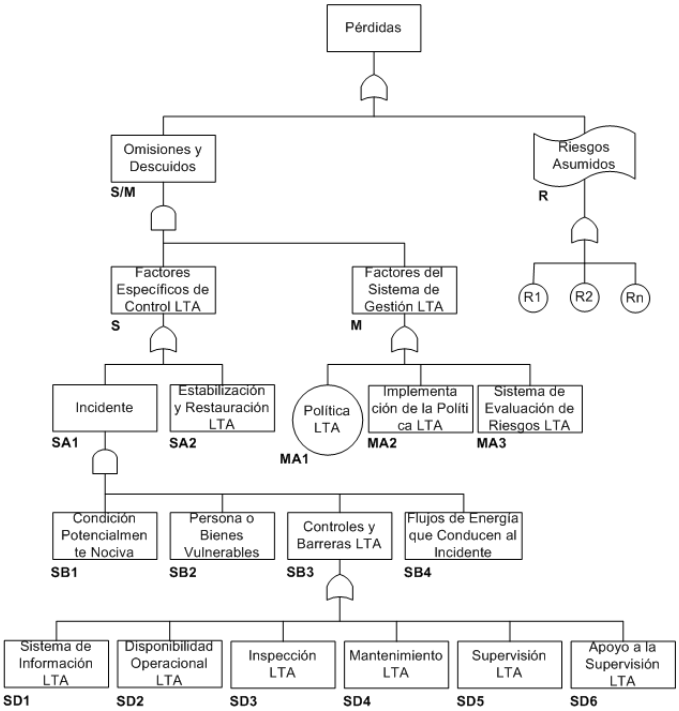


Figura 2 Estructura Básica de MORT

Resultados y Discusión.

La Figura 3 muestra la metodología que se utilizó en este proyecto de investigación. Al igual que otras metodologías sistémicas, la metodología intenta examinar el "mundo real" con el fin de intervenir en él mediante las etapas de la abstracción y el modelado, la manipulación y la evaluación. En términos simples, la metodología toma al objeto de estudio del "mundo real" al "mundo conceptual" donde el pensamiento sistémico, modelos cualitativos y comparación proporcionan los medios por los cuales el entendimiento se puede lograr. Este entendimiento es llevado de vuelta al "mundo real", donde emerge como un conjunto de lecciones y el modelado para el análisis de riesgo de inundación (este proceso cíclico de análisis se ilustra en la Figura 3).

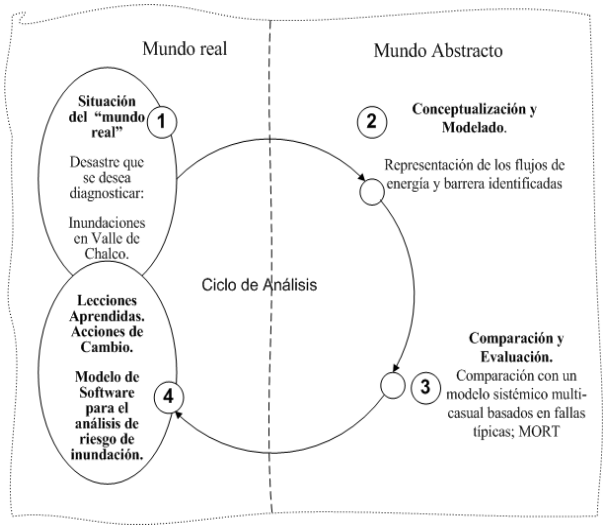


Figura 3 Metodología de Investigación-Diagnóstico de las inundaciones en Valle de Chalco.

En la primera etapa de la metodología se recabo todo tipo de información relacionada a la inundación con consecuencias graves en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad, esta información incluyó desde reportes de organismo oficiales como CONAGUA, CENAPRED, etc. conjuntamente con reportes periodísticos, videos, fotografías y todo aquel material que no siendo “oficial” sirva para fundamentar el análisis. Es importante mencionar que en un segundo análisis se pretende obtener información primaria, esto mediante la realización de entrevistas y encuestas a los habitantes del municipio.

La etapa de conceptualización y modelado se desarrolló identificando dos flujos de energía en la inundacion. El primero es el rompimiento del canal de la compañía; el segundo es la anegación por aguas negras durante varios días de la autopista y colonias vecinas al lugar donde se fracturo el canal. Las pérdidas derivadas de este accidente fueron como ya se mencionó, la afectación de 11 mil familias y 1,600 viviendas en Valle de Chalco Solidaridad. Hasta este momento MORT nos permite determinar que este accidente se derivó de un riesgo asumido y omisiones y descuidos en el control y gestión del riesgo; puesto que se tenía el antecedente

del año 2000, cuando se reventó el Canal de la Compañía a la altura del Puente Rojo. En esa ocasión, aunque no afectó a la autopista, inundó varias colonias del municipio colindante de Ixtapaluca.

Derivado de este análisis se puede decir que las barreras de protección asociadas a la planificación fueron deficientes puesto que como consecuencia de la emergencia del año 2000 se debió de reajustar el diseño de ese canal y evitar en la medida de lo posible una situación semejante.

Otro aspecto relacionado, que hasta al momento ha mostrado el análisis, es que con las políticas públicas como tal, son tema de un análisis incluso más complejo que el propiamente relacionado con la planificación y el diseño, puesto que en nuestra sociedad las municipios se reinventan por así decirlo, cada tres años y repercute inclusive en aspectos culturales y socio-organizativos.

Hasta este momento se ha avanzado en el análisis con MORT recabando información para determinar qué tipo de controles y barreras existían para evitar el incidente y evaluando el accidente con los diferentes flujos de energía que se vieron involucrados

El siguiente paso dentro la misma etapa fue el desarrollo del prototipo de software, el paradigma a utilizar es el orientado a objetos, como resultado del análisis ya elaborado se planteó quitar algunas ramas del árbol de riesgos de MORT puesto que este modelo plantea soluciones para sistemas socio-técnicos, y dado que los sistemas que se tratan de analizar son sistemas meramente naturales que involucran sistemas sociales es necesario colocar otras ramas en donde se incluyan por ejemplos aspectos culturales, sociales e inclusive políticos que son determinantes en cómo se afrontan este tipo de desastres.

Como ya se mencionó, hasta ahora, se ha analizado la situación del “mundo real”, todo este ciclo de análisis ha sido elaborado de manera documental, con lo anterior se cumple con la etapa 1 y 2 del ciclo; para la etapa 2 también se ha determinado los flujos y accidentes que se deben analizar, finalmente hasta este momento se han concluido las etapa 3 y 4 donde se desarrolló el software que incluye los diferentes factores cualitativos y el nivel de riesgo que tiene una población de sufrir pérdidas frente a un desastre natural

Conclusiones.

Aunque el análisis de riesgo es un tema muy extenso y específicamente el de riesgo de inundación, para este caso la totalidad de la investigación y estudio fueron realizados en y para el municipio de Valle de Chalco Solidaridad, sin embargo se busca que el modelo de software que se obtuvo al término de este trabajo pueda también aplicarse a otros casos.

Agradecimientos.

Los autores agradecen a: La Universidad Autónoma del Estado de México, el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología.

Referencias.

16. Mileti, D.S (1999) *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*, Joseph Henry Press, Washington, DC.
17. Mileti, D.S, Darlington, J.D, Passarini, E, Forest, B.C. and Myers, M.F (1995) "Toward an integration of natural hazards and sustainability", *Environmental Professional*, Vol. 17 No. 2, pp. 117-26.
18. McEntire, D. A (2004) Development, disasters and vulnerability: a discussion of divergent theories and the need for their integration. *Disaster prevention and management*. Vol. 13, Number 3, 193-198.
19. McEntire, D. A., and Fuller, C (2002) The need for a holistic theoretical approach: an examination from El Niño disasters in Peru'. *Disaster prevention and management*. Vol. 11, Number 2, 128-140.
20. McEntire, D.A (2003) Causation of catastrophe: lesson from Hurricane George, *Journal of Emergency Management,* Vol. 1 No. 2, pp. 22-9.
21. Weichselgartner, J (2001) Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited, *Disaster Prevention and Management*, Vol. 10 No. 2, pp. 85-94.
22. Burton, I. Kates, RW and White, GF (1993) *The Environment as Hazard*, The Guilford Press, New York, NY.
23. Granot, H (1997) Emergency inter-organizational relationship. *Disaster Prevention and management*, Volume 6, Number 5, pp. 305-310.
24. Kouzmin, A., Jarman, A. M. G., and Rosenthal, U (1995) Inter-organizational policy processes in disaster management. *Disaster Prevention and management*, Volume 4, Number 2, 1995, pp. 20-37.
25. Quarantelli, E.L (1984) "Organizational behavior in disasters and implications for disaster planning", Monographs of the National Emergency Training Center, Vol. 1 No. 2, pp. 1-31.
26. Levin, H (1976) Educational reform: its meaning, in Camoy, M. and Levin, H. (Eds), *The Limits of Educational Reform*, McKay, New York, NY, pp. 23-51. Library (2009) http://libraryphoto.cr.usgs.gov/cgibin/search.cgi?search_mode=exact&selection=Mexico+City+Earthquake+1985%7CMexico+ City%7CEarthquake%7C1985
27. Wilson, H. C (2000) Emergency response preparedness: small group training-Part I- training and learning styles. *Disaster Prevention and management*, Volume 9, Number 2, pp. 105-116.
28. Cosgrave, J (1996) Decision making in emergencies. *Disaster Prevention and management*, Volume 5, Number 4, pp. 28-35.
29. Vroom, V.H. and Yetton, P.W (1973) *Leadership and Decision Making*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, PA.

30. Fisher, H. W. III (1998) The role of the new information technologies in emergency mitigation, planning, response and recovery. *Disaster Prevention and management*, Volume 7, Number 1, pp. 28-37.
31. Murai, S (2006) Monitoring of disasters using remote sensing GIS and GPS. In *Proceedings of the International symposium on management System for disaster prevention*, 9-11 march 2006, Kochi, Japan.
32. Annan, K (2005) *In the Secretary-General's report "In larger Freedom".* Report A/59/2005, paragraph 66.
33. Egeland, J (2006) Opening Address, United Nations under- Secretary General. *Third International Conference on Early Warning*, Bonn, Germany, 27-29 march 2006.
34. OPS (Organización Panamericana de Salud) (2000) *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Publicación científica No. 575. OPS, Washington, D.C. EUA.
35. Emery, F. E (1981) *Systems Thinking (2 vols)*. Harmondsworth: Penguin. Enciclopedia de los Municipios de México (2009) Tabasco http://www.elocal.gob.mx/work/templates/.
36. Bertalanffy, I V (1981) *A systems view of man: collected essays*. Violette, P.A. (ed). Boulder, Co:Westview Press, 1981
37. Forrester, J.W (1961) *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA:MIT Press. USA.
38. Checkland, P. B. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester, Wiley.
39. Checkland, P. B. and Scholes, J. (1990) *Soft Systems Methodology in Action*. Chichester, Wiley.
40. Kingston, J., Koornef, F. van den Ruit, J., Frei, R. & Schallier, P. (2009) *NRI MORT User´s Manual 2nd Edition* Noordwijk Risk Initiative Foundation.

PROPUESTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTOS DE SOFTWARE EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE MANTENIMIENTO DE SOFTWARE (DMS)

L. Santa Olalla Ocampo[1], A. I. de la Roca Chiapas[1]
, S. Martínez Moreno[1], L. Villavicencio Gómez [1] B. A. Aranda Benitez[1]

Cuerpo académico Ingeniería de software y Desarrollo de Aplicaciones de Inteligencia Artificial,
[1]Instituto Tecnológico de Zacapetec, Morelos. México.
leticia_soo@yahoo.com.mx, delarocac@hotmail.com, sanmar@hotmail.com,
villavicencio_2000@itzacatepec.edu.mx, baranda@yahoo.es

***Área de participación**: Ciencias de la computación*

Resumen – Este trabajo describe el desarrollo de una herramienta computacional en el marco de un proyecto referido a la calidad de software. El objetivo fundamental del proyecto es contribuir a la mejora en la calidad de los productos de software y al proceso de mantenimiento aplicando una herramienta basada en la generación automática de diagramas de casos de uso y diagrama de clases en UML, grafos de relaciones entre artefactos y matriz de trazabilidad, como solución a este problema, así mismo la propuesta presenta una herramienta para el diseño de pruebas unitarias aplicadas al código generado a partir de estos diagramas y presentar un análisis de los resultados para determinar la calidad del producto, apoyando a aumentar la competitividad de las Pequeñas y medianas empresas en el contexto de la industria del software.

Introducción

En el desarrollo de un proyecto de software, la definición de las necesidades del sistema es un proceso complejo y uno de los más importantes e indispensables, ya que se tienen que identificar los requisitos que debe cumplir el sistema para satisfacer las necesidades tanto de los usuarios finales como de los clientes.

La Ingeniería de Requisitos facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere el cliente; con ella se analizan necesidades, se confirma la viabilidad de estas, se negocia una solución razonable, se especifica la solución sin ambigüedad, se valida la especificación y se gestionan los requisitos para que se transformen en un sistema operacional.

En los últimos años ha ganado importancia la ingeniería de requisitos; sus métodos, metodologías, procesos y herramientas han llegado a resolver inconvenientes que se pueden presentar en el flujo de trabajo de los requisitos de cualquier proyecto de software. Por desgracia, es muy común encontrar diferencias entre lo que un sistema de software ofrece, y las necesidades reales de los clientes o usuarios a quienes va destinado el sistema. Desde hace años hasta la actualidad los estudios revelan que la mayoría de los errores de software se introducen durante la fase de requisitos. Los errores en los requisitos son constantes, costosos e incluso peligrosos.

El proceso unificado es una metodología para el proceso de desarrollo de software; contiene un conjunto de actividades que transforman los requisitos de usuario en un sistema software. Es un proceso dirigido por casos de usos, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental. [1]

Los casos de uso son mecanismos para ayudar a representar y comprender los objetivos y requisitos de un sistema, de forma simple y comprensible para todo el personal involucrado. Dicho de forma informal, son historias del uso de un sistema para alcanzar sus objetivos. Los casos de uso nacen dentro de u lenguaje estándar para el modelado(UML), se ha definido un buen número de modelos de proceso para el desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos (OO), que utilizan este lenguaje como medio de expresión de los diferentes modelos que se crean durante el desarrollo. Estas propuestas suelen estar dirigidas por los casos de uso, de manera que éstos se emplean para definir los requisitos funcionales del sistema, y todas las etapas del proceso (planificación de las iteraciones, análisis, diseño y pruebas) se articulan en torno a los casos de uso identificados.

El objetivo de este trabajo es contribuir a la mejora la calidad de los productos de software de las pequeñas y medianas empresas mexicanas usando la técnica de identificación de requisitos dados en lenguaje natural y a partir de estos casos la generación de un grafo de relaciones propuesta por EVANS[2] y una matriz de identificación en la que cada requisito se encuentre incluido por lo menos en un caso y la herramienta generara automáticamente el modelado como parte del proceso de desarrollo y mantenimiento de software". La herramienta incluye un módulo de diseño y uno de pruebas para validar el funcionamiento del producto de software terminado y la posible omisión de algún requisito.

Resultados

La estrategia utilizada está basada en la identificación de requisitos y la construcción de un grafo de relaciones y una matriz que verifica la inclusión de cada requerimiento por lo menos en un caso de uso.
Con la finalidad de explicar el funcionamiento de la herramienta se utilizara "un sistema de compra de canciones", donde el usuario tiene la capacidad de comprar canciones a cambio de créditos. El sistema registrará a un usuario para realizar la compra de créditos y de canciones. El sistema brindará información sobre las canciones disponibles para adquirir, y genera un recibo por la compra de las canciones. El sistema deberá identificar cada usuario para almacenar en su carpeta las canciones compradas para posteriormente permitir la descarga de las canciones dentro de un tiempo limitado. Esto corresponde a los casos de uso Registrar usuario, Comprar canciones y Almacenar canciones. Los requerimientos funcionales que se identificaron (figura 1) se capturan en la herramienta (figura 2).

a) Descripción del Módulo para la captura de casos de uso

Añade casos usando las siguientes reglas. La primera palabra del nombre del caso de uso debe ser un verbo en infinitivo y será agregado a la lista de casos de uso. En la descripción del caso de uso al menos se deben incluir dos requerimientos de la lista propuesta (tabla 1 y 2).

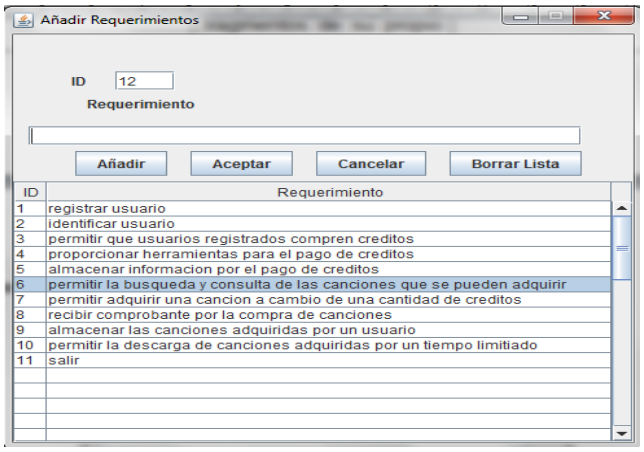


Figura 1. Requerimientos capturados en el módulo de requerimientos.

Tabla 1.Descripción Caso de uso Registrar usuario.

Identificador	1
Caso de uso	Registrar usuario
Actores	Sistema, Usuario
Descripción	El sistema deberá pedir información para el registro del usuario (R.1), el usuario al registrase se le permite la compra de créditos (R.3), el sistema brinda herramientas para el pago de créditos (R.4). Al finalizar el sistema almacena la información del pago de créditos. (R.5)
Cursos alternativos	El usuario al registrarse puede salir del sistema (R.11) para posteriormente comprar créditos (R.3)

Tabla 2. Caso de uso Comprar canciones.

Identificador	2
Caso de uso	Comprar canciones
Actores	Sistema, usuario
Descripción	El sistema identifica al usuario (R.2), el sistema debe permitir a los usuarios buscar y consultar la información sobre las canciones (R.6), el sistema debe permitir a un usuario adquirir una canción a cambio de una cantidad de créditos (R.7) Al finalizar la compra se entrega un comprobante por la compra de las canciones (R.8) y se finaliza la

Cursos alternativos	compra (R.11) Si el usuario no es identificado (R.2) el sistema brinda la opción de registrarse (1). Si el usuario no posee suficientes créditos el sistema brinda la opción de comprar créditos (R.3)

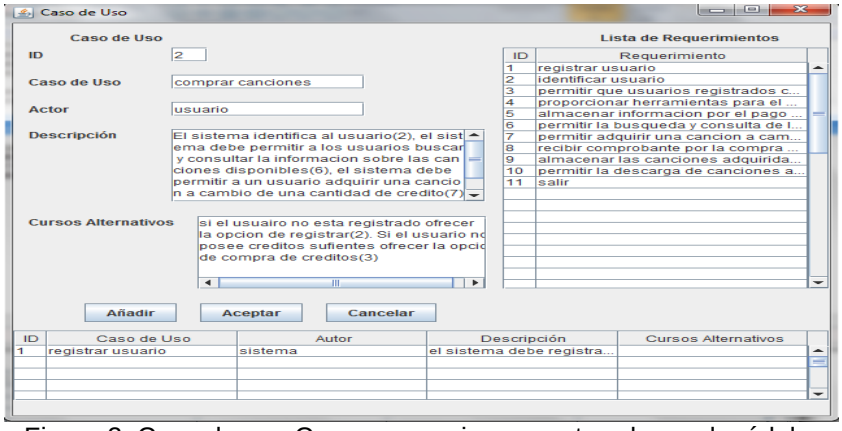


Figura 2. Caso de uso Comprar canciones capturado en el módulo.

b) Matriz de trazabilidad

Esta matriz (figura 3) es una herramienta útil para saber que requerimientos quedan cubiertos por cada caso de uso. Si hay un requerimiento que no se asigna a un caso de uso, entonces un caso de uso hace falta. De forma inversa, si un caso de uso no contiene asignado un requerimiento, el conjunto de requerimientos no está completo. [3].

- Copiar el identificador de cada requerimiento a la matriz.
- Copiar el identificador de cada caso de uso a la matriz para identificar de qué datos (requerimientos) nació cada escenario.
- Realizar el método de prueba para tener el resultado de matriz correcta o no correcta

Requerimientos	Casos de Uso		
	CU1	CU2	CU3
R1	*		
R2		*	*
R3	*		
R4	*		
R5	*		
R6		*	
R7		*	
R8		*	
R9			*

R10		*	*
R11	*	*	

Figura 3. Matriz de trazabilidad.

c) Realizar un grafo para detectar relaciones de uso e inclusión entre casos de uso.

Para detectar relaciones de uso e inclusión entre casos de uso, se explota al máximo el vínculo existente entre ellos y los requerimientos funcionales. Estas relaciones determinan un orden entre los requerimientos según su ocurrencia en el tiempo en un caso de uso y permiten representar a un escenario de un caso de uso como una secuencia de requerimientos funcionales. Se define el grafo de ocurrencia y orden como un grafo dirigido y sin aristas múltiples, donde los nodos o vértices representan los requerimientos funcionales, y una arista dirigida (Ri,Rj) representa la ocurrencia de los requerimientos Ri y Rj en forma consecutiva en un escenario de un caso de uso [4].

Representar los nodos como los requerimientos funcionales para los casos de uso "Registrar usuario" y "Comprar canciones" (ver figura 4)

a) Representar las aristas como la ocurrencia de los requerimientos en un escenario de un caso de uso.
b) Representar los vértices de inicio y final.
c) Interpretar el curso típico como el camino principal.
d) Interpretar las variantes como ramificaciones del camino principal.

a) Grafo del caso de uso Registrar Usuario

b) Grafo del caso de uso Comprar Canciones

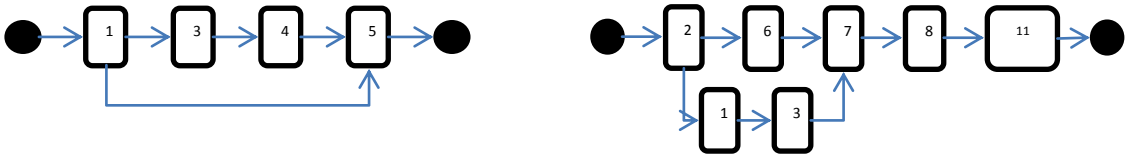


Figura 4.Grafo de orden.

Generación del diagrama de clases

La aplicación tiene como entrada la descripción de un caso de uso basada en los requerimientos del usuario en formato de oraciones. Utilizando el modelo del dominio del problema que define un modelo de clases común para todos los

involucrados en el modelo de requisitos, tanto analistas como clientes. Los usuarios y clientes deben reconocer todos los conceptos por lo tanto se desarrolla una terminología común al razonar sobre los casos de uso y disminuye la probabilidad de malos entendidos entre el analista y el usuario. Al discutirlo, se evolucionara el modelo del dominio del problema. Las oraciones son descompuestas en las partes básicas sustantivo, verbo y predicado. Donde el sustantivo representa el nombre de la clase. El sustantivo antes del verbo y el sustantivo después del verbo indican las relaciones entre clases. (Ver figuras 5 y 6)

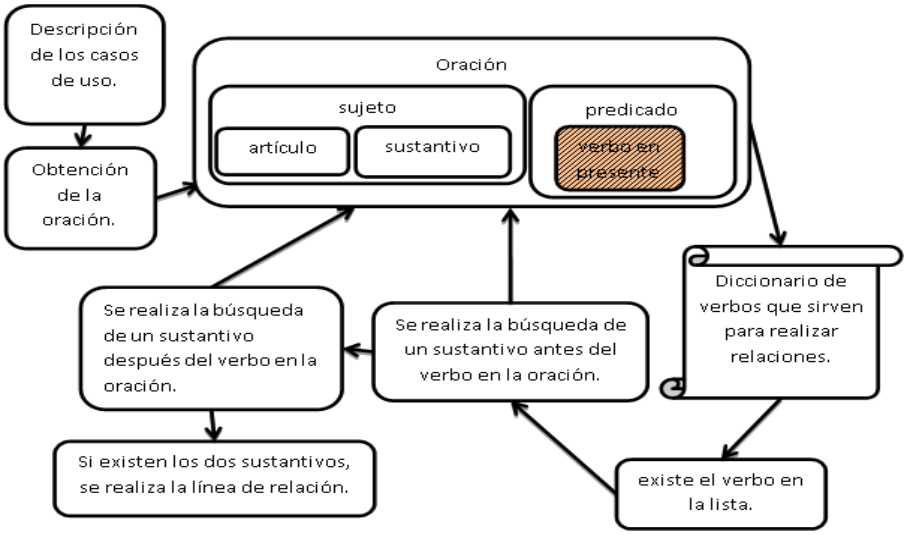


Figura 5.Modelo de clases

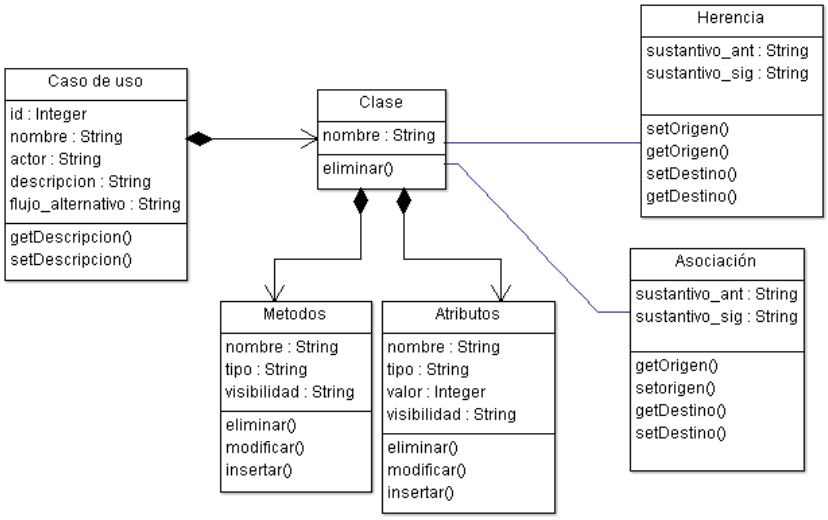


Figura 6.Diagrama de clases

Integración continúa

En la primera fase del desarrollo de software se logra la especificación de requerimientos, se generan de manera automática los diagramas de casos de uso y de clases, pasar a la generación de código llegando a la fase de pruebas. Probar código nunca tuvo tanta importancia en el ciclo de desarrollo de una aplicación hasta hace algunos años, donde se han desatado una revolución en los procesos de desarrollo, apareciendo nuevas y ágiles formas de construcción, donde ejecutar pruebas unitarias paso de ser un proceso tedioso a ser una forma de trabajo integrada y productiva en los nuevos procesos de desarrollo a pesar de existir diferentes tipos y técnicas de pruebas (unitarias, de integración aceptación y carga). Las pruebas unitarias son consideradas importantes para garantizar un proyecto exitoso por tanto deben ser introducidas como una actividad más de desarrollo. Además de que las pruebas unitarias aseguran la calidad del código entregado. Es la mejor forma de detectar errores tempranamente en el desarrollo. No obstante, esto no asegura detectar todos los errores, las pruebas de aceptación y de integración siguen siendo necesarias. Las pruebas unitarias ayudan a definir los requerimientos y responsabilidades de cada método en cada clase probada.

La creación de pruebas unitarias requieren al menos de un framework de pruebas unitarias y código que se pueda probar, esto implica código susceptible de ser aislado. Este proyecto presenta el framework Junit para el diseño de pruebas unitarias. Usando la herramienta SonarQube se muestran los resultados del análisis de las pruebas aplicadas al código.

Conclusiones

El mantenimiento es uno de los principales procesos del ciclo de vida del software, es considerado costoso debido a los errores o fallos que presenta un software terminado. El resultado de este trabajo es una herramienta computacional cuyo objetivo es contribuir a la mejora de la calidad del software de las Pequeñas y medianas empresas mexicanas. De hecho, como señala O'Neill: “La gestión eficiente del mantenimiento del software es una de las claves del éxito empresarial en la actualidad, ya que los sistemas de información y las tecnologías de la información son vitales en una organización. Las empresas que incrementen su habilidad para mejorar el mantenimiento de software como una competencia central mejorarán su posición competitiva” [5]. Dentro de las soluciones técnicas del mantenimiento del software destacan el modelado de un sistema como parte de la documentación.

Agradecimientos

Un agradecimiento al centro de desarrollo de software de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del estado Morelos CDS-UTEZ por las facilidades prestadas para la realización de las pruebas con esta herramienta.

Referencias

1. Mendoza, H. F.: Planeación Estratégica para la calidad de Tabasco, una historia de éxito. El Cotidiano,Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco Distrito Federal, México , Vol. 18 (No. 112), pp. 69-81. (2002)
2. Evans D.: “Teaching Software Engineering Using Ligh weight Analysis” (2001)
3. Disponible en: www.cs.virginia.edu/~evans/pubs/ccli01.pdf,
4. Citeseer.ist.psu.edu/evans01teaching.html, consultado en: Agosto 2012.
5. Arlow Jim, Neustadt Ila. UML 2 and the Unified Process, Second Edition. Addison-Wesley, 2005
6. Dimu Natalia, Friss de Kereki Alejando, Vignaga Andrés. Detección de relaciones entre casos de uso.
7. O'Neill, D. (1997). "Software Maintenance and Global Competitiveness." Journal of Software Maintenance: Research and Practice 9(6): 379-399.

RECONOCIMIENTO DE PATRONES MEDIANTE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL DE *HAMMING*.

J. A. Peña-Ramírez[1], N. J. Ontiveros-Hernández[1], M. H. Tiburcio-Zúñiga[1], V. Bárcenas-Martínez[1], Y. Castrejón-Hernández[1], S. Espinoza-Salgado[1], J. P. Aragón-Hernández[1].

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y Computación, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec, Morelos, México. C.P. 62780,- penita14@hotmail.com, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, mario.tz@itzacatepec.edu.mx, venancio.bm@itzacatepec.edu.mx, yanet.ch@itzacatepec.edu.mx, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, .pedro.ah@itzacatepec.edu.mx

***Área de participación**: Ciencias de la computación.*

Resumen. En la actualidad la inteligencia artificial tiene múltiples y diversas aplicaciones y brinda soluciones en muchos aspectos, por ejemplo en informática, economía, administración, medicina, física, arte, etc. Uno de los temas de la inteligencia artificial que ha alcanzado trascendental importancia es el de las redes neuronales artificiales y en dicho tema, una de las aplicaciones más importantes es el reconocimiento de patrones. En el presente artículo se presenta un modelo de la red neuronal artificial de *Hamming* para el reconocimiento de patrones aplicado exitosamente al reconocimiento de caracteres, formados dentro por una matriz cuadrada de 64 puntos o *pixeles*.

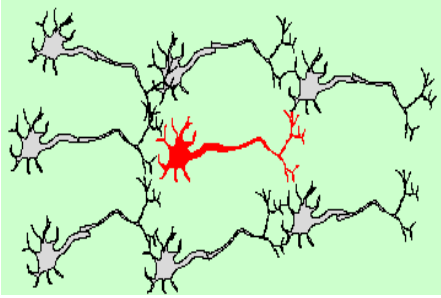
Introducción.

El objetivo del reconocimiento de patrones es identificar las características únicas sobre un sujeto de los demás de la misma especie. Por ejemplo podemos afirmar que las huellas digitales en los humanos poseen patrones o características indiscutibles que identifican la huella digital de una persona respecto a la de otras. El reconocimiento de patrones mediante la red de *Hamming*, recibe un parámetro de entrada el cual analiza y busca dentro de los 48 patrones hexadecimales, dando como resultado la localización del patrón que tenga la misma similitud.
Los patrones que reconocen todas las computadoras son los 255 caracteres de la tabla *ASCII*, para este caso se toman los primeros 48 caracteres para abarcar el total de todos los caracteres.
El algoritmo de *Hamming* puede servir para el desarrollo e implementación de un antivirus ya que cuando inicia su ejecución por primera vez realiza un *checksum*, que sirve para detectar si hubo algún cambio en él mismo (para verificar que no haya sido modificado o alterado antes de hacer su función). Los *checksum* se revisan asimismos para ver si están contaminados.

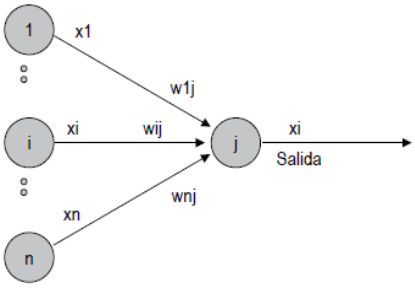
Fundamento Teórico

a) Red Neuronal Artificial (RNA) [1]

Las RNA son modelos matemáticos construidos que se basan en el funcionamiento de las redes neuronales biológicas (sistema nervioso), por consiguiente, las unidades de procesamiento fundamental de una RNA, serán las neuronas artificiales. Una red neuronal artificial la definiremos como un conjunto de unidades de procesamiento llamados neuronas, células o nodos, interconectados entre sí por varias ligaduras de comunicación directa llamadas conexiones, con la finalidad de recibir señales de entrada, procesarlas y emitir señales de salida. Cada conexión está asociada a un peso, que representa la información utilizada por las neuronas para resolver un problema. Como se puede apreciar en la Fig. 1.



a) Representación de una red neuronal natural.



b) Representación de una neurona artificial.

Figura 1. Representación comparativa de una red neuronal natural y de una RNA (Tomado de [1])

Si comparamos las neuronas artificiales de la Fig. 1b), con las neuronas biológicas Fig. 1a), entonces (x1,… xi,…xn) vendrían a ser los impulsos de entrada para la neurona j que provienen de las neuronas (1,..i,…n). Los pesos (w1j, …,wij,….wnj) representarían el potencial excitador o inhibidor de las conexiones sinápticas respectivas. Cada elemento de procesamiento obtiene un valor de entrada neto basándose en todas las conexiones de entrada. La forma típica es calcular el valor de entrada neto sumando los valores de entrada, ponderados (multiplicados) con sus pesos correspondientes. La entrada Neto del *j-ésimo* nodo se escribe como en (1) abajo [1,2,3]:

(1) *Neto j = Σs xij * wij.*

b) Red de *Hamming*.

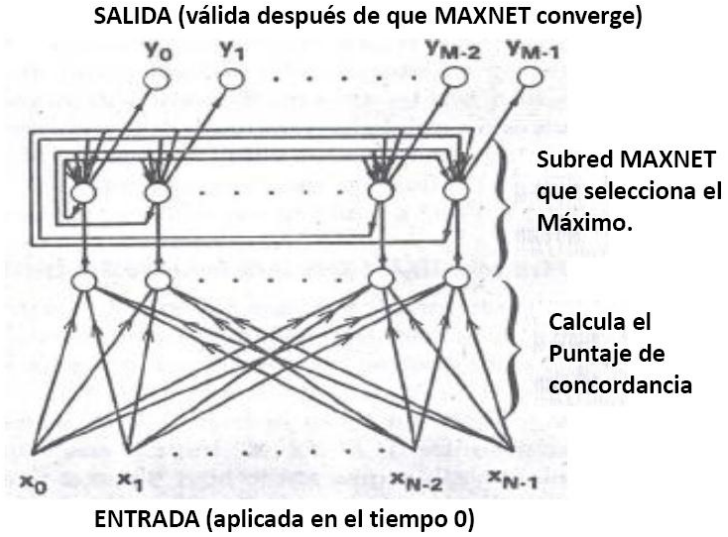


Figura 2. Estructura de la red de *Hamming*.

El clasificador (red neuronal) de error mínimo óptimo, en este caso calcula la distancia de *Hamming* entre el patrón de entrada y cada una de las clases, dando como resultado la clase con mayor semejanza, o sea la clase con la distancia de *Hamming* mínima, siendo la distancia de *Hamming* igual al número de *bits* del patrón de entrada que no corresponden con el patrón de prueba de alguna clase en particular. Una red neuronal que implementa este algoritmo es llamada red de *Hamming* [4].

A continuación se presenta la explicación del algoritmo básico de *Hamming*. Ver Fig. 2. Aquí, los pesos y los límites son alimentados en la subred inferior de tal modo que la puntuación generada por las salidas de los nodos de en medio son iguales a *N* menos las distancias de *Hamming* del patrón de entrada. Esta puntuación generada cae dentro del rango de cero al número de elementos en la entrada (*N*) y son los más altos para aquellos nodos correspondientes a los patrones que son más similares a las entradas. Los límites y pesos en la subred MAXNET son fijos. Todos los límites son igual a cero y los pesos de cada nodo son igual a uno. Los pesos entre los nodos son inhibitorios con un valor de $-\varepsilon$ donde $\varepsilon<1/M$. Después un patrón binario de *N* elementos es alimentado a la red de *Hamming*. Debe ser alimentado lo suficiente para permitir que la red inferior coloque e inicialice los valores de salida de MAXNET. Después la entrada es removida y MAXNET itera hasta que la salida de un solo nodo sea positiva. La clasificación entonces se completa y la clase seleccionada es aquella que corresponda al nodo con una salida positiva [4].

El algoritmo de la red de *Hamming* es el siguiente [4]:

Paso 1. Asignar pesos y desplazamientos a las conexiones en la subred inferior:

(2) $$w_{ij} = \frac{x_i^j}{2}, \quad \theta_j = \frac{N}{2}$$
$$0 \le i \le N-1, \quad 0 \le j \le M-1$$

En la subred superior: para la inhibición lateral

(3) $$t_{kl} = \begin{cases} 1 & k = l \\ -\varepsilon & k \ne l,\ \varepsilon < \dfrac{1}{M} \end{cases}$$
$$0 \le k, l \le M-1$$

w_{ij} : pesodeconexiónde la entradai al nodoen la subredinferior

t_{kl} : pesoconexióndesdeel nodok al nodol

θ : es el límitede ese nodo

x_i^j : es el elementoi del patrónde entrada j.

Paso 2. Inicializar con el patrón de entrada desconocido.

(4) $$\mu_j(0) = f_t\left(\sum_{i=0}^{N-1} w_{ij} x_i - \theta_j\right), \quad 0 \le j \le M-1$$

$\mu_j(t)$: salida del nodo j en la subred superior en el tiempo t

x_i : $i-th$ elemento de la entrada

Paso 3. Iterar hasta la convergencia.

(5) $$\mu_j(t+1) = f_t\left(\mu_j(t) + \varepsilon \sum_{k \ne j} t_{jk} \mu_k(t)\right), \quad 0 \le j, k \le M-1$$

Este proceso se repite hasta la convergencia.

Paso 4. Ir al paso 2

A continuación se presenta el diagrama de flujo sobre el algoritmo de *Hamming* Ver Fig. 3.

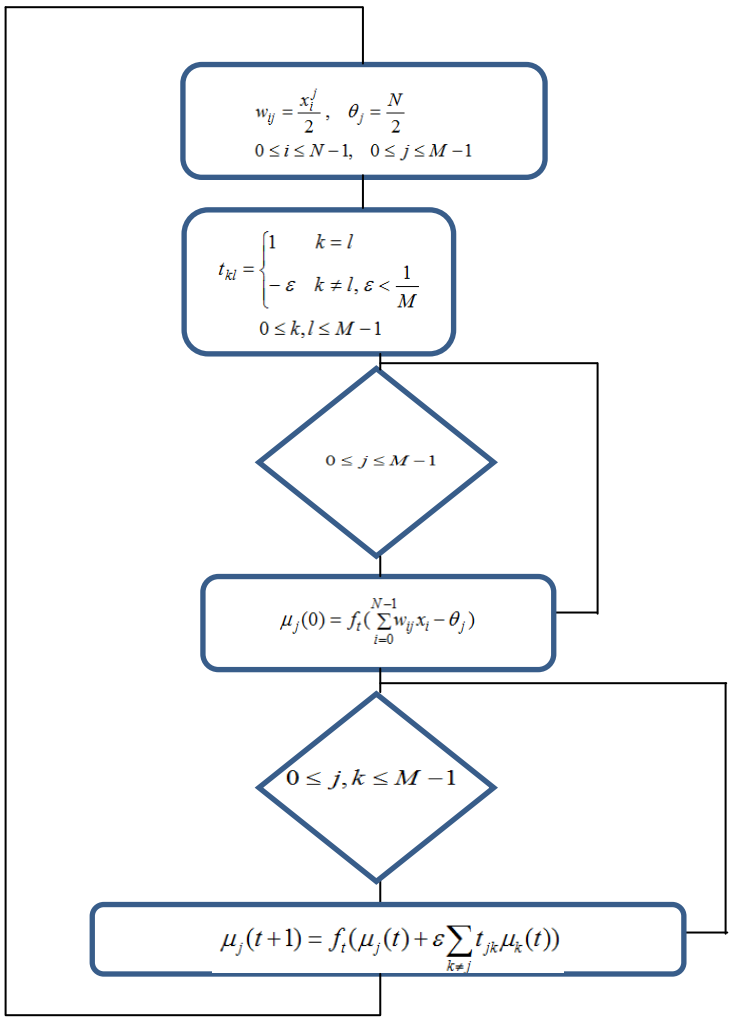


Figura 3. Secuencia de los procesos del algoritmo de *Hamming*.

Descripción del Desarrollo.

a) Reconocimiento de patrones mediante el algoritmo de *Hamming*.

En este artículo se presenta un algoritmo que consiste en analizar y reconocer un carácter alfanumérico dentro de un conjunto de 48 patrones hexadecimales guardados en un archivo denominado prueba.txt.

Los 48 patrones hexadecimales se obtuvieron de la tabla *ASCII* del sistema operativo *Windows 7*, compuesto por dígitos, letras y símbolos. Dicho archivo es dinámico e irá anexando más patrones hexadecimales que posteriormente van a ser leídos por el sistema, aplicando las fórmulas mencionadas anteriormente.

```
**** Calculamos a0= w1*p -32.0
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (-1.0000)     + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (-1.0000)     + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (-1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (-1.0000)     + (-1.0000)     + (1.0000)
+ (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)      + (1.0000)
```

Figura 4. Carácter de entrada realizando la comparación con los 48 patrones hexadecimales.

En la Fig. 4 se observa el primer ciclo del algoritmo de *Hamming* donde se aplica la fórmula (4) vista anteriormente, en la que (W1) es una matriz de 64x48 que contiene los 64 bits de los 48 patrones hexadecimales contenidos en el archivo de texto pueba.txt, y (P) corresponde a la matriz de 64 bits del carácter de entrada en la que se le buscara las coincidencias con el conjunto de 48 patrones, así el 32 corresponde al valor de teta previamente calculado aplicando la fórmula 1.

En la Fig. 5 se aplica la fórmula 3 a la matriz resultante de la fórmula 2 para obtener el valor del error de cada carácter y reducir la distancia de *Hamming* a cero en los caracteres menos coincidentes con el carácter de entrada.

```
*********** Calculamos el error (-e) * (uk(t))  Ciclo t = 0
+ 0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 0+ 0.0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0+ 2.0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 0+ 16.0+ 
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 0+ 2
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
+ 46.0+ 2.0+ 0.0+ 10.0+ 28.0+ 6.0+ 22.0+ 50.0+ 0.0+ 14.0+ 0.0+ 4.0+ 6.0+ 2.0+ 0.0+ 2.0+ 16.0
```

Figura 5. Encontrar el error para obtener la distancia mínima de *Hamming*, la cual tiende a cero.

En la Fig. 6 se aplican ciclos con las fórmulas 4 y 5 y con (1) *Neto j = Σs xij * wij*, hasta encontrar la convergencia a cero en la distancia de *Hamming* de los patrones menos coincidentes en comparación con el carácter de entrada, y en una distancia *Hamming* mayor en el carácter con mayores coincidencias, dando como resultado final al patrón más cercano al carácter de entrada entre los 48 patrones hexadecimales a los que se les aplico el algoritmo.

```
*********** Calculamos u(t+1) t = 0
46.0000 + -20.6667 = 25.3333
2.0000 + -21.5833 = 0.0000
0.0000 + -21.6250 = 0.0000
10.0000 + -21.4167 = 0.0000
28.0000 + -21.0417 = 6.9583
6.0000 + -21.5000 = 0.0000
22.0000 + -21.1667 = 0.8333
50.0000 + -20.5833 = 29.4167
0.0000 + -21.6250 = 0.0000
14.0000 + -21.3333 = 0.0000
0.0000 + -21.6250 = 0.0000
4.0000 + -21.5417 = 0.0000
6.0000 + -21.5000 = 0.0000
2.0000 + -21.5833 = 0.0000
0.0000 + -21.6250 = 0.0000
```

Figura 6. Localizar el patrón dentro de un conjunto de 48 patrones hexadecimales.

Se presenta el inicio del formulario esperando capturar el carácter alfanumérico para aplicar el algoritmo de *Hamming*, Fig. 7.

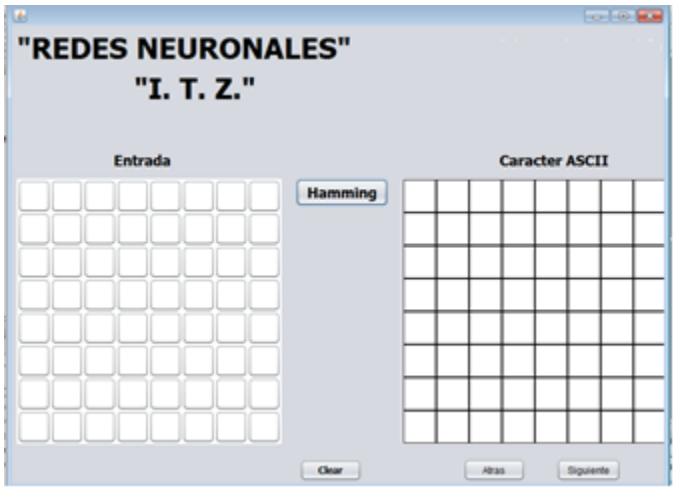


Figura 7. Carga inicial del formulario

Se empieza a llenar las celdas para representar el carácter alfanumérico sobre la parte izquierda del formulario y posteriormente aplicar el botón *Hamming* para reconocer el patrón que más se cerca, comparando al conjunto de patrones guardados el dicho prueba.txt ver Fig. 8.

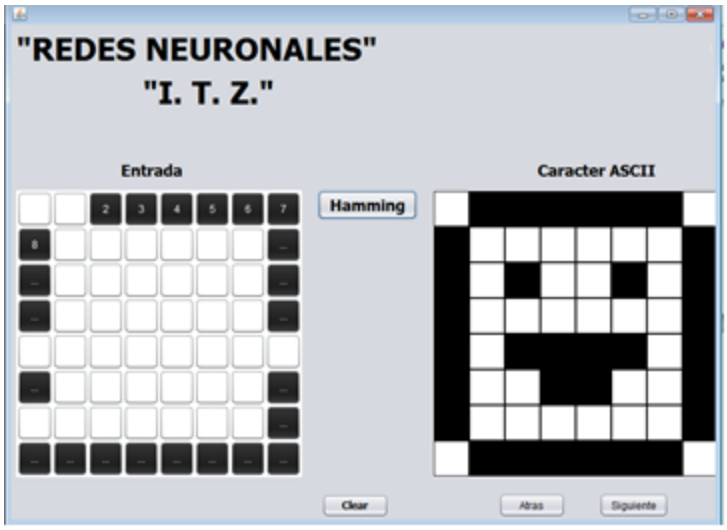


Figura 8. Reconocimientos de patrón el que más se acerca a la carita.

Aplicando la fórmula 5 mencionada anteriormente con 5 ó 6 patrones, se puede reconocer el símbolo de cruz ver Fig. 9.

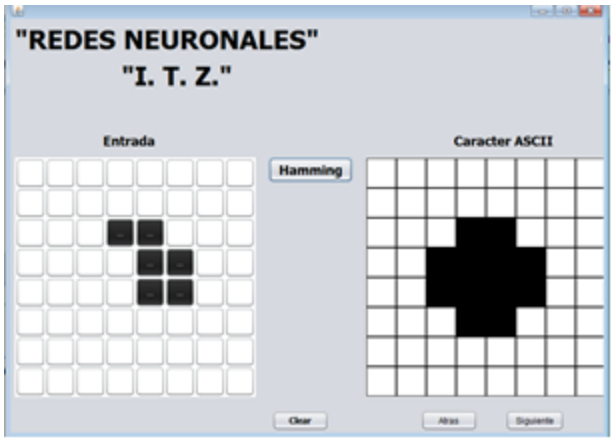


Figura 9. Se acerca el reconocimiento de la cruz aplicando la fórmula 5 con pocos pixeles.

b) Código fuente del Programa

A continuación se muestran los fragmentos del código fuente en Java para reconocimiento de caracteres mediante el algoritmo *Hamming*, donde se aplican las 5 fórmulas mencionadas anteriormente.

```
public class multiplicarmatriz
{
    // aplicando la fórmula 1,2,3
    public multiplicarmatriz()
    {
        this.N = 64;
        this.M = 16;
        this.cont = 0;
        this.df3 = new DecimalFormat("0.0000");
        this.matriz_Tkl = new double[M][M];
        this.matriz_error = new double[M];
        this.matriz_aux = new double[M];
        this.matriz_w1P = new double[M];
        this.matriz_P = new double[N];
        this.matriz_w1 = new double[M][N];
        this.teta = N/2;
        this.m = M;
        this.e1 = -1/m;
    }

    public void calcular_a0(double [][] w1, double[] p)
    {
        matriz_w1=w1;
        matriz_P=p;
        System.out.println("\n **** Calculamos a0= w1*p -"+teta);
        for(int x=0; x<M;x++)
        {
            for(int y=0; y<N; y++)
            {
                System.out.print("+ ("+df3.format(matriz_w1[x][y]*matriz_P[y])+")\t");
                matriz_w1P[x]+=matriz_w1[x][y]*matriz_P[y];
            }
```

```
                System.out.print(" = "+df3.format(matriz_w1P[x])+" - "+df3.format(teta)+" = ");
                matriz_w1P[x]=matriz_w1P[x]-teta;
                System.out.print(matriz_w1P[x]+"\t = ");
                if(matriz_w1P[x]<0) matriz_w1P[x]=0;
                System.out.println(matriz_w1P[x]);
            }
    }

   // Código fuente que aplica las fórmulas 4 y 5.

    public int calcularHamming()
    {
        int Mayor=0;
        error=0;
        System.out.println("*********** Calculamos el error (-e) * (uk(t))  Ciclo t = 0");
        for (int k=0; k<M;k++)
        {
            for(int j=0; j<M; j++)
            {
                if(k==j)
                {
                    error=error+0;
                    System.out.print("+ "+0);
                }
                else
                {
                    error=error+matriz_w1P[j];
                    System.out.print("+ "+matriz_w1P[j]);
                }
            }

        }

        System.out.println("*********** Calculamos u(t+1) t = 0");
        for(int x=0; x<M;x++)
        {
            System.out.print(df3.format(matriz_w1P[x])+" + "+df3.format(matriz_aux[x])+" = ");
            matriz_w1P[x]=matriz_w1P[x]+(matriz_aux[x]);

            if(matriz_w1P[x]<0) matriz_w1P[x]=0;
        }
       double aux=0;
      for (int z=0; z<M;z++)
      {
          if(matriz_w1P[z]>0 && matriz_w1P[z]>aux)
          {
              aux=matriz_w1P[z];
              Mayor=z;
          }
      }
}
```

Conclusiones.

Como resultado de este trabajo podemos concluir que el uso de las Redes Neuronales es una gran alternativa para la solución de muchos problemas. Usando como base los resultados mostrados podemos resolver problemas más complejos como por ejemplo, reconocimiento de los patrones de la conducta humana, reconocimiento de enfermedades cardiacas, etc.
Algunos antivirus utilizan este algoritmo de *Hamming* para la detección de código malicioso. Dado que estos pueden ser detectados en base a patrones que se introducen maliciosamente en las computadoras.

Referencias

1. Sánchez E, Alanis A. 2006**.** *Redes neuronales: conceptos fundamentales y aplicaciones a control automático.* Madrid. Prentice-Hall. 210.
2. Dowla F, Rogers L. 1996. *Solving problems in environmental engineering and geosciences with artificial neural networks.* Cambridge. MIT Press. 310 p.
3. Bishop C, 2006. *Neural Networks for Pattern Recognition.* New York. Oxford University Press. 504 p.
4. P. Lippman Richard. An Introduction to Computing with Neural Nets. ASSP Magazine, IEEE, 1987
5. Sanchez Sanchez Elías y Ruiz Sanchez Miguel Ángel. Reconocimiento de palabras aisladas de voz por médio de Redes Neuronales. Mayo 1997, México, D.F. Informe Del Proyecto Terminal I y II. Universidad Autónoma Metropolitana.

SEGURIDAD INFORMÁTICA A NIVEL DE SOFTWARE Y HARDWARE USANDO ARDUINOS.

J. A. Peña-Ramírez[1], N. J. Ontiveros-Hernández[1], V. Bárcenas-Martínez[1], M.H.Tiburcio-Zúñiga[1], Y-Castrejón-Hernández[1], S-Espinoza-Salgado[1], J.P. Aragón-Hernández[1].

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y Computación, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec, Morelos, México. C.P. 62780,* - penita14@hotmail.com, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, venancio.bm@itzacatepec.edu.mx, mario.tz@itzacatepec.edu.mx, yanet.ch@itzacatepec.edu.mx, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, pedro.ah@itzacatepec.edu.mx.

***Área de participación**:* Ciencias de la Computación.

Resumen – La tecnología de los Arduinos tiene muchas aplicaciones en diferentes áreas como inteligencia artificial, medicina, robótica, redes de computadoras, juegos, química, biología, etc. Es una plataforma de *hardware* abierto y *software libre*, por lo que, tanto su diseño como la distribución de su *software* son libres, así como sus licencias, permisos de uso o registros. Cualquier usuario puede adquirir una de estas placas (Arduinos) o simplemente fabricarse una por sí mismo, contando siempre con la ayuda de la amplia y generosa comunidad de usuarios. En este artículo se presenta un ejemplo de aplicación donde se usa exitosamente un Arduino para proteger un sistema informático implementado en el Instituto Tecnológico de Zacatepec, para evitar la piratería.

Introducción

Este artículo incursiona dentro del área de seguridad informática haciendo uso de Arduinos, donde se usan herramientas de hardware y software para proteger sistemas informáticos. El *software* del Arduino y el sistema informático operan en paralelo y siempre están intercambiando información. Por otro lado, como parte de la estrategia de seguridad informática, el acceso al *software* del Arduino y del sistema informático es a través de un nombre de usuario y de una contraseña. En esta aplicación de seguridad informática, específicamente, se sustituyó el uso de un microcontrolador (*pic*), por tecnología más actual como lo es el Arduino que posee más funciones. Una ventaja que provee es que puede programarse utilizando un lenguaje de alto nivel, ya no se requiere que sea solo ensamblador como solía serlo.

Fundamento Teórico

a) Tecnología de Arduinos.

Arduino es una plataforma de *hardware* libre con una base de *software* de diseño abierto para el desarrollo de prototipos de electrónica, que le permite ejecutar programas. Tiene un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios [1, 2, 3]. El término

Abierto, se refiere a que en este caso, es un recurso de *hardware* y *software* que puede ser usado, redistribuido o modificado en forma gratuita.

El *hardware* consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida [4]. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280 y ATmega8, por su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que integra el lenguaje de programación *Processing/Wiring* y el cargador de arranque (*boot loader*) que corre en la placa [4].

Un Arduino tiene un amplio rango de aplicaciones, se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a un *software* de la computadora (por ejemplo: Macromedia *Flash, Processing*, Max/MSP y *Pure Data*).

A un Arduino se le pueden conectar sensores para que pueda detectar condiciones tales como luz, temperatura, humedad, etc., puede controlar otros objetos para que reaccionen a esas condiciones (si la habitación está a oscuras, enciende el *led*; si hace calor, enciende el ventilador, etc.). Ver Fig. 1.

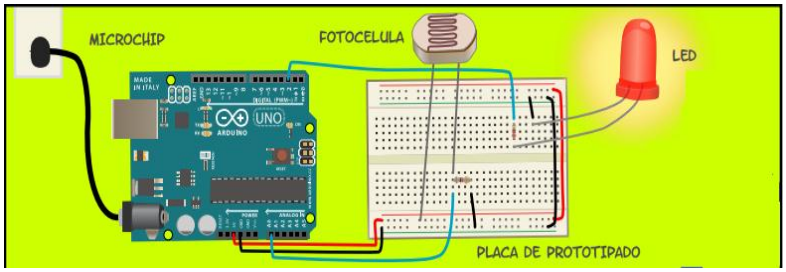


Figura 1. Sensor para iluminación de una habitación, (tomada de [1]).

El Arduino también puede reaccionar cuando un interruptor es encendido o apagado. Ver Fig. 2.

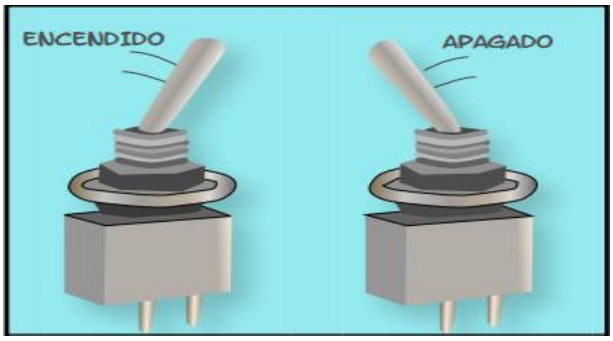


Figura 2. Interruptores (encendido/apagado), (tomada de [1]).

Los Arduinos aceptan entradas digitales y analógicas. Una entrada para Arduino puede ser un *switch* o un sensor. Ver Fig. 3.

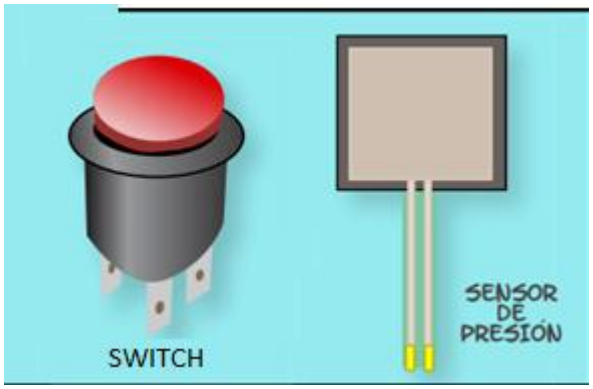


Figura 3. Arduino funciona como activador, (tomada de [1]).

En las entradas/salidas digitales la información es binaria -solo puede ser verdadero o falso-. La información analógica es continua, puede manejar un amplio rango de valores.

Cualquier objeto que queramos encender, apagar y controlar puede ser una salida, para un motor o incluso una computadora. Toda la información digital, se describe con dos estados, 1 ó 0, encendido o apagado. La información analógica se caracteriza por su naturaleza continua. Puede tener un número infinito de valores posibles. Así, un *switch* es una entrada digital, un sensor es una entrada analógica. El rango de un sensor está limitado por su conversión a dato digital.

Al conectar un Arduino a una computadora con un cable *USB*, le proporciona la energía que necesita y nos permite programarlo. Ver Fig. 4.

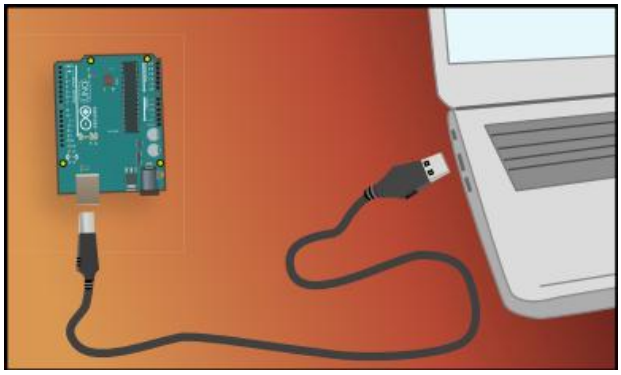


Figura 4. Cable USB para la comunicación entre un Arduino y una computadora.

El *software* del Arduino se puede bajar en [4], y funciona para *mac os x*, *windows* y *linux*. Y además utiliza librerías para la conexión de Java con el Arduino para plataformas de sistemas operativos de 32 y 64 bits.

Las librerías para Windows son:

RXTXcomm.jar debe ir en \jre\lib\ext (bajo java)
rxtxSerial.dll debe ir en \jre\bin

Para Mac OS las librerías son:

Mac OS X (x86 and ppc) (hay un instalador con el código fuente)

RXTXcomm.jar debe ir en /Library/Java/Extensions
librxtxSerial.jnilib debe ir en /Library/Java/Extensions
Correr fixperm.sh que esta en el directorio. Fixperms está en la carpeta Mac_OS_X.

Para Linux las librerías son:

Linux (only x86, x86_64, ia64 para más información visitar ToyBox)

RXTXcomm.jar debe ir en /jre/lib/ext (bajo java)
librxtxSerial.so debe ir en /jre/lib/[machine type] (i386 por ejemplo)
Hay que asegurarse de que el usuario está en el grupo *lock* o *uucp* para que l*ockfiles* trabaje.

Para Solaris las librerías son:

Solaris (Hasta ahora solo para *sparc*)

RXTXcomm.jar debe ir en /jre/lib/ext (bajo java)
librxtxSerial.so debe ir en /jre/lib/[tipo de maquina]
Hay que asegurarse de que el usuario está en el grupo uucp para que l*ockfiles* trabaje.

Las librerías RXTXcomm.jar se guardan en la carpeta de *extensión* del JDK de la máquina y el RXTXSerial.dll se guarda en la carpeta *bin*. Las librerías *.jar* sirven para que se conecte el sistema informático con el Arduino. Mientras que las librerías *.dll* sirven para que se conecte el Arduino con el sistema informático.

El *software* del Arduino incluye un IDE que combina un editor de texto con un compilador y otras funciones para ayudar a los programadores a escribir programas.

b) Seguridad Informática.

En el área de Informática existen programas de software libre o desarrollos que permiten alterar a otros programas con el propósito de extraer su información para un beneficio lícito o ilícito. Existe software que puede dañar a los servidores o protegerlos configurando los parámetros adecuados para darle mayor seguridad como pueden ser los que monitorea una red local o Internet (detector de intrusos "Snort").

Los virus son peligrosos porque su código es malicioso y cambiante. Pueden engañar a los antivirus como si fuera un código normal, pero siempre sobreviven dentro de programa anfitrión.

A primera vista el virus parece ser un programa normal, pero en realidad hará daño una vez instalado o ejecutado en la computadora. Los que reciben un virus

normalmente son engañados al abrirlos porque creen que han recibido un programa legítimo o archivos de procedencia segura.

Cuando se activa un virus en la computadora, los resultados pueden variar. También los virus crean *puertas traseras o backdoors* en la computadora permitiendo el acceso de usuarios malévolos a tu sistema, accediendo a tu información confidencial o personal.

Es muy frustrante saber que corres el riesgo de ver tu sistema contaminado, ya que el tiempo que se debe de dedicar para salir de este problema es bastante.

Descripción del Desarrollo.

a) Instalación del *driver* del Arduino y su conexión a través del puerto USB.

Iniciamos esta sección con una breve descripción de los pasos a seguir para conectar el Arduino al sistema informático a través de un cable USB.

I). Instalación del Driver del Arduino.

Para que la PC donde esta instalado el sistema informático reconozca el Arduino, debe instalarse su *driver*. En la fig. 5 se puede apreciar que ya esta instalado el *driver* para el Arduino, esto se logra a través del panel de control. Después en la opción de dispositivos e impresoras, se podrá visualizar el icono del Arduino Fig. 5, que indica que ya se encuentra instalado el driver y que el Arduino está listo para ser usado.

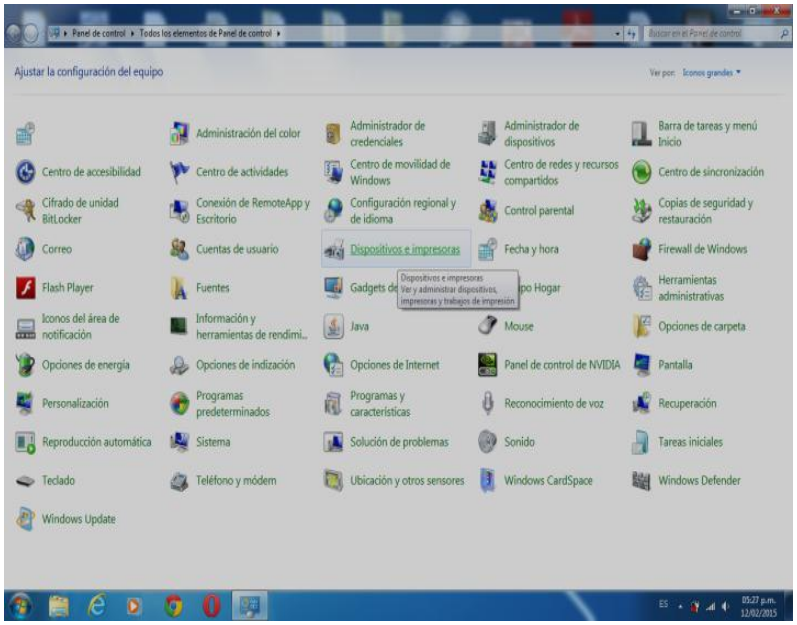


Figura 5. Indica que ya se encuentra instalado el *driver* y que el Arduino está listo para ser usado.

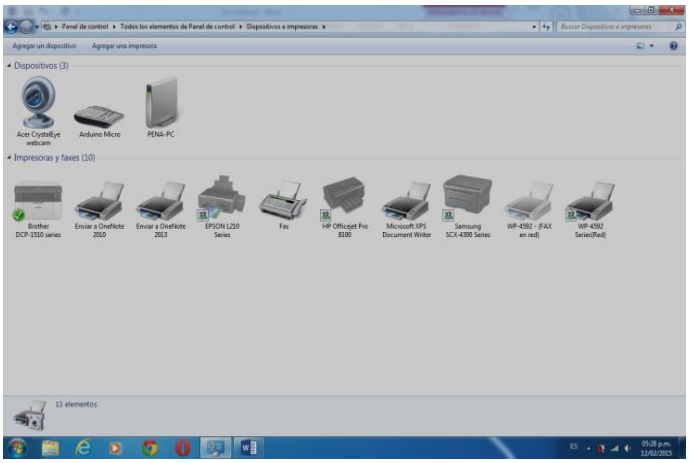


Figura 6. Indica que el driver usbser.sys está cargado.

En la Fig. 6 se aprecia que efectivamente el driver *usbser.sys* está cargado y el Arduino tiene conexión a través del puerto *USB com3*. Ver Fig. 7.

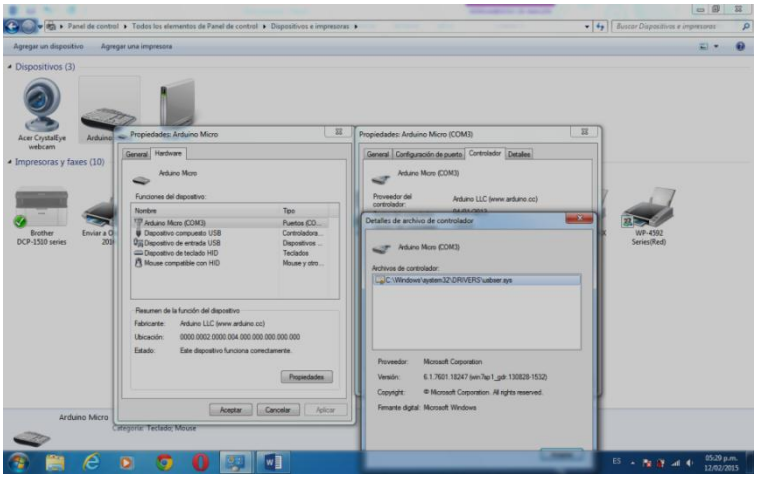


Figura 7. Indica que el Arduino tiene conexión a través del puerto *USB*.

II. Reconocimiento del Arduino por parte del Sistema Informático.

El sistema informático también debe reconocer que el Arduino está conectado. Ver Fig. 8.

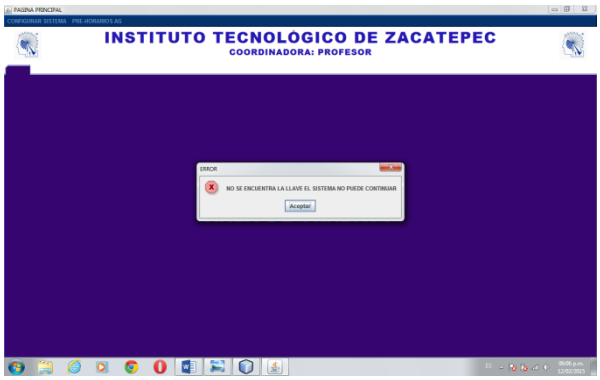


Figura 8. Sistema informático reconoce que el Arduino esta conectado.

En la Fig. 9 se puede apreciar que el Arduino está conectado a la PC a través de un cable *USB* y esta prendido el *led* indicando que la conexión con el puerto *USB com3* se ha establecido.

Figura 9. La conexión con el puerto USB com3 se ha establecido.

La Fig. 10 muestra el mensaje que envía el sistema informático en el caso que no esté conectado el Arduino.

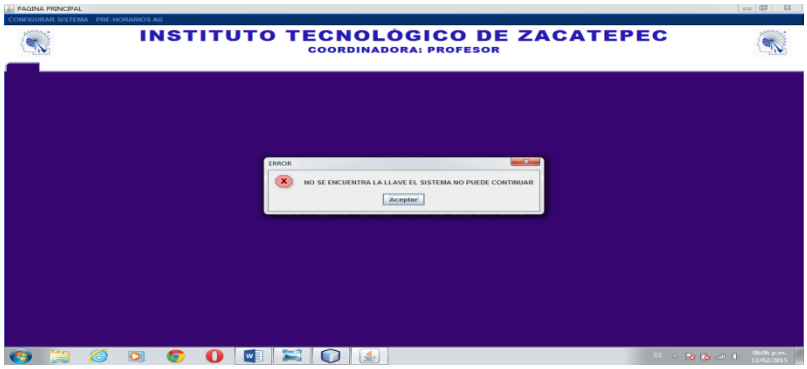


Figura 10. Muestra cuando el Arduino no está conectado.

b) Desarrollo del Sistema de Seguridad.

Anteriormente, una de las maneras de implantar un sistema de seguridad para un sistema informático, era haciendo uso de memorias de *USB* programables que fungían como candado de seguridad, impidiendo que cualquier usuario no autorizado entrara al sistema informático. Actualmente, con el desarrollo del *hardware* se está tendiendo a la utilización de la tecnología de los Arduinos para proveer sistemas de seguridad informática a nivel *software* y *hardware*. Una de las ventajas que tiene esta tecnología es que opera en paralelo mediante la programación con hilos.

I) Seguridad a nivel de software.

El sistema de seguridad, puede ejecutarse únicamente en la computadora donde se instaló el sistema informático. Debido a que el sistema permite reconocer las características de la computadora como es el caso de la tarjeta inalámbrica *Ethernet*, cuenta de usuario, tipo del sistema operativo, etc., como se puede

apreciar en el código fuente en Java de la Fig. 11, que verifica la tarjeta inalámbrica o *Ethernet*, a través de la obtención de su *Mac* física:

```
a = NetworkInterface.getByInetAddress(InetAddress.getLocalHost());byte[]
mac = a.getHardwareAddress(); //Se obtiene la Mac de la computadora
StringBuilder sb = new StringBuilder();
for (int i = 0; i < mac.length; i++)
{
      sb.append(String.format("%02X%s", mac[i], (i < mac.length - 1) ? "-" : ""));
}
```

Figura 11. Código Java para verificar si esta presente una tarjeta inalámbrica o *Ethernet*.

El código de la Fig. 11, nos permite detectar la *Mac* física de una computadora para después verificarla con la *Mac* del sistema informático y que el sistema pueda ejecutarse exitosamente. De lo contrario, el sistema no se ejecutará ya que el usuario no tiene los permisos correspondientes.

Para la seguridad del sistema informático se puede implementar el siguiente código fuente Java de la Fig. 12.

```
public String checksum(File file)
{
      try
      {
            InputStream fin = new FileInputStream(file);
            java.security.MessageDigest md5er = MessageDigest.getInstance("MD5");
            byte[] buffer = new byte[1024];
            int read;
            do
            {
                read = fin.read(buffer);
                if (read > 0)
                md5er.update(buffer, 0, read);
            } while (read != -1);
            fin.close();
            byte[] digest = md5er.digest();
            if (digest == null) return null;
            String strDigest = "0x";
            for (int i = 0; i < digest.length; i++)
            {
                strDigest += Integer.toString((digest[i] & 0xff)+0x100, 16).substring(1).toUpperCase();
            }
            return strDigest;
      }
      catch (Exception e)
      {
            return null;
      }
}
```

Figura 12. Código en Java para reconocimiento de patrones.

El código fuente de la figura 12 reconoce patrones comúnmente usados por virus. Si son diferentes, entonces posiblemente el sistema informático está infectado por un virus de computadora, entonces el sistema de seguridad mandará un mensaje de alerta en pantalla y el programa no podrá continuar su ejecución.

Pero antes el sistema de seguridad tiene que reconocer los puertos *USB* (*com1*, *com2*, *com3*) para la sincronización del sistema informático con el Arduino. La Fig. 13 presenta el código fuente mediante el cual el sistema informático envía información bidireccional hacia el Arduino, por supuesto a través de un puerto.

```
if (oEvent.getEventType() == SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE)
{
      enviarDatos(entrada);
      try
      {
            Thread.sleep(10);
             String inputLine=input.readLine();
            if  (inputLine.equals("entradaarduino) )
            {
                  estado=true;
                  this.matar_hilo();
            }
       }
       catch (Exception e)
       {
              System.err.println(e.toString());
       }
}
```

Figura 13. Código en Java para comunicación bidireccional.

II) Seguridad a nivel *hardware*.

Para el desarrollo de la seguridad a nivel *hardware*, se utilizó un simulador para grabar *software* en el Arduino.

Mediante el ambiente de desarrollo, se debe generar el código fuente para su compilación y grabado en el Arduino cuando ambos, el sistema informático y el Arduino se encuentran conectados y están conversando, es decir, cuando intercambian información de forma bidireccional, ver Fig. 14.

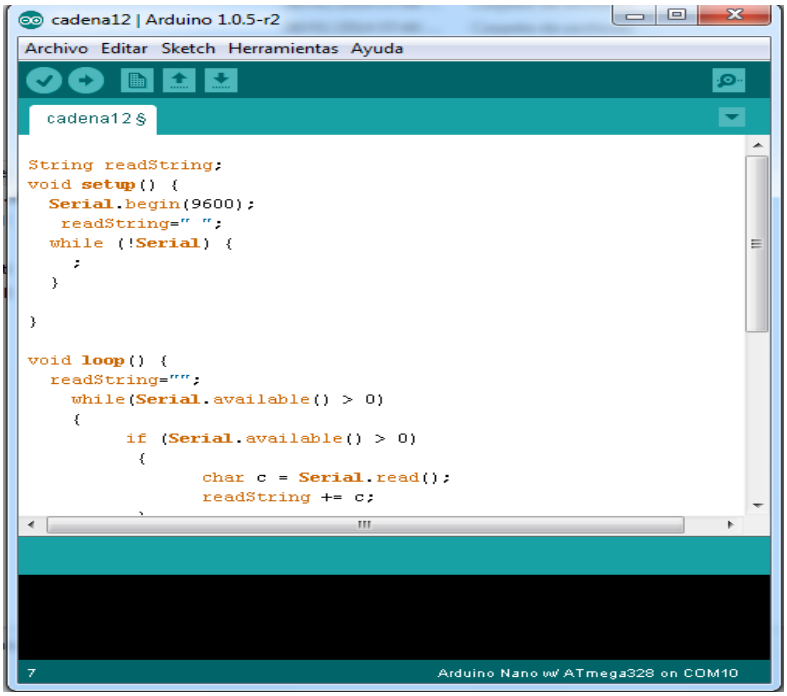


Figura 14. IDE de desarrollo para la compilación y grabado de código en el Arduino.

La comunicación entre el sistema informático y el Arduino se lleva a cabo a través de un cable *USB*, si el Arduino se encuentra insertado en la computadora mediante un puerto *com* (*US*B), el sistema siempre va a estar funcionando, debido a esto se utiliza la programación de hilos externos en Java para su operación en paralelo. Si no se encuentra insertado el dispositivo Arduino, se manda un mensaje de que no puede continuar, ver Fig. 15.

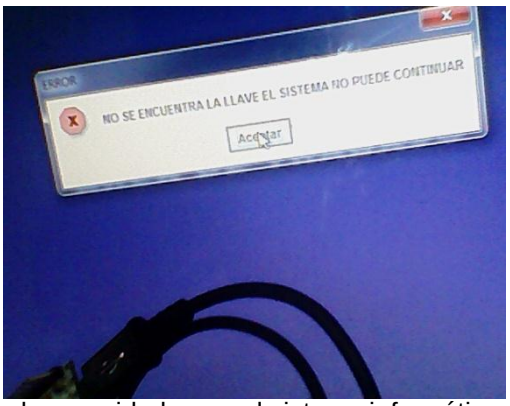


Figura 15. Candado de seguridad para el sistema informático mediante un Arduino.

Resultados y Discusión.

La seguridad con el uso de Arduino se logró en los dos niveles, tanto en el *hardware* como en el *software*.

Con el uso del Arduino se garantiza que el acceso al sistema informático sea seguro y que difícilmente pueda ser vulnerable. Además se garantiza que el sistema informático no sea copiado (pirateado).

Para lograr que el sistema no sea de escritorio se podría incursionar en el desarrollo de un sistema *Web* utilizando *sockets*.

Otra forma de mejorar la seguridad es mediante la utilización de dos Arduinos en una placa prototipo para garantizar la seguridad en un sistema informático. Los dos Arduinos trabajarían en paralelo. El primer Arduino serviría para validar los datos de entrada y los encriptaría y el segundo Arduino serviría para el proceso contrario, desencriptaría lo que recibió del primer Arduino y lo mandaría a la ejecución del sistema informático.

Conclusiones.

El Arduino en nuestra aplicación, se encuentra conectado con el sistema informático todo el tiempo que sea necesario, operando con una licencia por días o el tiempo que sea necesario, el código de la licencia es generado aleatoriamente por el mismo sistema. Se hicieron varias pruebas de cotejo para verificar si el sistema informático está realmente protegido y en todas ellas hubo éxito. Por el momento, el sistema informático es de escritorio.

No es fácil romper la seguridad de hardware, en este caso Arduino, debido a que éste utiliza instrucciones cíclicas que permiten ocultar e impedir que el usuario vea la ejecución simuladamente.

El Arduino puede ser usado en aplicaciones dentro de diversas áreas, tales como: Inteligencia Artificial (Ej. reconocimiento de patrones, juegos, robótica, algoritmos genéticos, etc.); Negocios (Ej. autentificación de entrada, detector de huellas, lectoras de tarjetas, etc.); Medicina (Ej. Detección de Diabetes, Cáncer, etc.); Naturaleza Ambiental (Ej. sensores de humedad, temperatura, smog, sismos, etc.); entre otros.

Referencias

CulkinJody, http://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_comic_es.pdf, Consultada el 23 de Noviembre de 2014.

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, Licensehttp://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Kits/SFE03-0012-SIK.Guide-300dpi-01.pdf, Consultada el 10 de Mayo de 2014.

Primera edición Diseñado por: Tienda de Robótica y el Equipo de Cosas de Mecatrónica Bogotá, Colombia. http://collection.openlibra.com.s3.amazonaws.com/pdf/libro_arduino.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIGY5Y2YOT7GYM5UQ&Signature=XxdfeMjhvVnPDWAiZRyfaAVXyZM%3D&Expires=1423706216, Consultada el 12 de Abril de 2012.

Arduino, 2015. http://www.arduino.cc/es/main/software, Consultada el 10 de Enero de 2015.

SENSOR INTELIGENTE DE TEMPERATURA BASADO EN ARDUINO

S. Espinoza-Salgado[1], V. Bárcenas-Martínez [1], Y. Castrejón-Hernández [1], M. H. Tiburcio-Zúñiga [1], N.J. Ontiveros-Hernández [1], R. Real-Palencia [1], J. A. Peña-Ramírez [1]

[1]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y Computación, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, México; socrates.es@itzacatepec.edu.mx, venancio.bm@itzacatepec.edu.mx, yanet.ch@itzacatepec.edu.mx, mario.tz@itzacatepec.edu.mx, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, rayrealp@itzacatepec.edu.mx, penita14@hotmail.com

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen: El presente trabajo se desarrolló utilizando como sensor de temperatura a un diodo semiconductor de silicio 1N4007, posteriormente para su caracterización y adquisición de datos, se utilizó un microprocesor arduino para un mejor tratamiento de datos y linealización.

Introducción.

Los sensores inteligentes (*smart sensors*), surgieron por primera vez en 1969, por la compañía estadounidense *Honeywell*, estos sensores integran y proporcionan múltiples funciones automáticas tales como identificación, calibración, comprobación, entre otras, lo que permite obtener sensores más completos y con mejor desempeño que no sólo entregan una señal digital, sino que además la entregan linealizada, calibrada, robusta y compatible con otros dispositivos y/o sistemas.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La parte del fundamento teórico está basada en el comportamiento del diodo semiconductor, dado por las siguientes ecuaciones no lineales, las cuales se muestran a continuación:

$$i_s(T) = f(i_0, T_0, T) \tag{1}$$

$$i_d(T) = i_s(e^{v_d/(nv_T)} - 1) \tag{2}$$

Donde:

- i_d es la intensidad de la corriente que atraviesa el diodo
- V_d es la diferencia de tensión entre sus extremos.
- i_s es la corriente de saturación inversa.
- n es el coeficiente de emisión, dependiente del proceso de fabricación del diodo y que suele adoptar valores entre 1 (para el germanio) y del orden de 2 (para el silicio).
- V_T es el voltaje térmico, cuyo valor aproximado es de 25.85mV en 300K, una temperatura cercana a la temperatura ambiente, muy usada en los programas de simulación de circuitos. Para cada temperatura existe una constante conocida definida por:

$$v_T = kT/q \tag{3}$$

Donde k es la constante de Boltzmann, *T* es la temperatura absoluta de la unión pn, y *q* es la magnitud de la carga del electrón.

El circuito eléctrico propuesto es el siguiente:

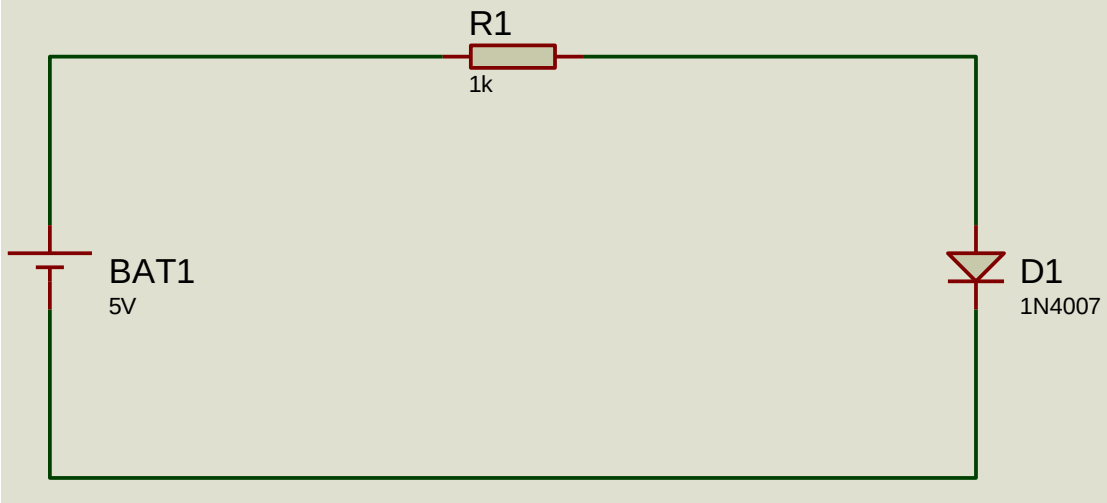


Fig. 1. Circuito eléctrico utilizado para el desarrollo básico del sensor inteligente.

Las ecuaciones que gobiernan al circuito eléctrico de la figura 1 son (LKV y LKI):

$$v_B - v_R - v_d = 0 \tag{4}$$

$$i_d = (v_B - v_d)/R \tag{5}$$

Donde:
v_B, es el voltaje de la batería.
v_R, es el voltaje a través de la resistencia.
v_d, es el voltaje del diodo descrita anteriormente.
i_d, es la corriente del diodo.

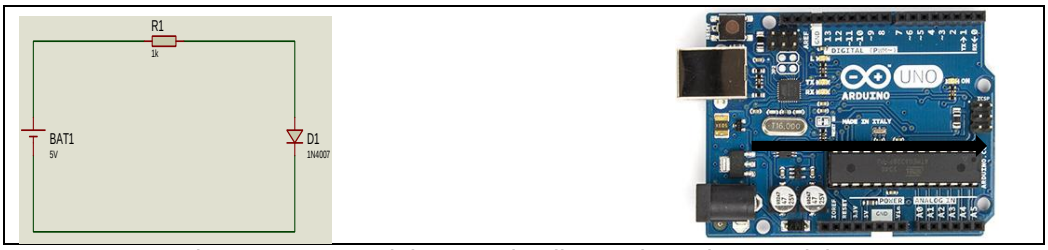


Fig. 2. Esquema del sensor inteligente basado en arduino.

En la figura 2 se observa el esquema completo del sensor inteligente que se implementó.

Resultados y Discusión.

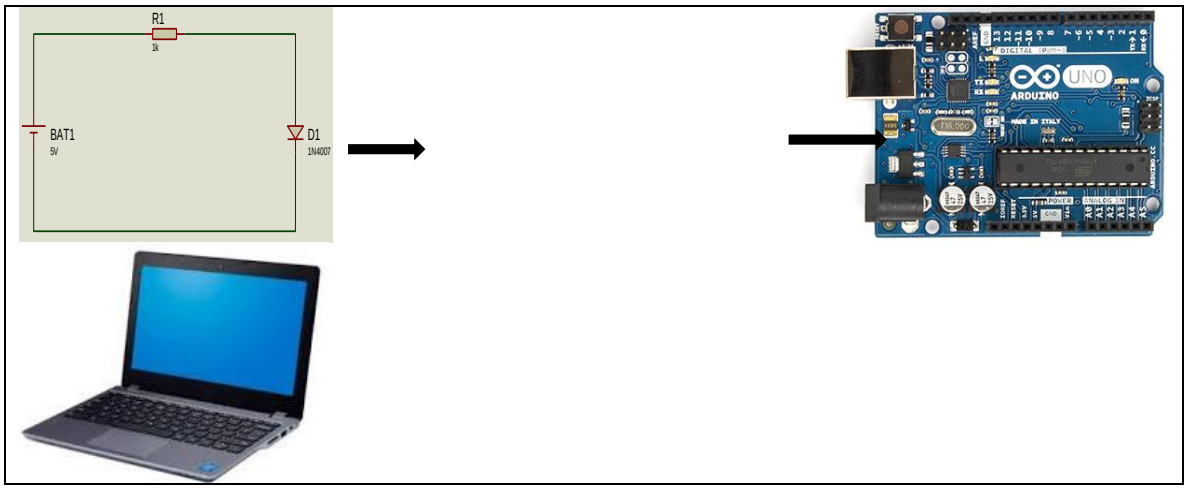


Fig. 3. Esquema del sensor inteligente basado en arduino, el cual envía datos a una PC.

En la figura 3, se muestra el esquema completo del presente trabajo, en el cual se aprecia a un diodo semiconductor el cual suministra el voltaje de diodo v_d (v_d es una función de la temperatura y es no lineal) y a su vez es transferido al arduino.

Posteriormente el arduino se programa para linealizar y/o adecuar el voltaje del diodo. Una vez que el arduino es programado, este debe de transferir los datos a una computadora o a un dispositivo para que sean utilizados y/o monitoreados a través de una interfaz gráfica adecuada.

Conclusiones.

La implementación del diodo semiconductor basado en arduino como sensor inteligente tuvo resultados adecuados, aunque en un principio se dificultó el resolver las ecuaciones no lineales del diodo, pero posteriormente se tuvo éxito en la programación del arduino.

Una de las ventajas de trabajar en la plataforma arduino, es que es de uso libre y es de bajo costo monetario.

Por otra parte, la tarjeta electrónica arduino utiliza un microcontrolador de 32 bits, lo que permite trabajar y ser utilizado en otras aplicaciones.

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo al Instituto Tecnológico de Zacatepec y al Cuerpo Colegiado por las facilidades otorgadas al desarrollo de este trabajo.

Referencias.

41. Boylestad y Nashelsky, Electrónica, Teoría de circuitos, octava edición, Ed. Pearson.
42. Coughlin, Robert F, Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales, sexta edición, Ed. Pearson.
43. Robert F. Coughlin - Fred F. Driscoll, Amplificaciones Operacionales y Circuitos, quinta edición, Prentice Hall, 1999.
44. Schilling & Belove, Circuitos Electrónicos, Ed. Mc Graw Hill
45. Sedra, Dispositivos Electrónicos y Amplificadores de Señales, Ed. Interamericana
46. Paul Malvino, Principios de electrónica, Ed. Mc Graw Hill
47. Dorf R. (2000) *Circuitos eléctricos, introducción al análisis y diseño*. Tercera edición. México. Editorial Alfaomega.

SERVICIO PARA EMISIÓN DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS (SEDE).

Luis A. Gama-Moreno, Carlos Martinez H. , J. Angel Torres R., J. Luis Torres, A. Ramirez, Manuel A. Juarez, Julio Rivas

lgama@ieee.org, cmartinez@ittlajomulco.edu.mx, jangeltr@ittlajomulco.edu.mx, jtorres@ittlajomulco.edu.mx, aramirez@ittlajomulco.edu.mx, majuarez@gmail.com, jrivas@gmail.com

Instituto Tecnológico de Tlajomulco
Km. 10 Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán
Tlajomulco, Jalisco. C.P. 45640

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen – En este artículo se presenta un sistema para automatizar el proceso de solicitud de documentos académicos que los alumnos realizan dentro de la institución, a través de un conjunto de aplicaciones denominada "Servicio para Emisión de Documentos Electrónicos (SEDE)". El sistema SEDE permite a los alumnos iniciar la solicitud a través de su dispositivo móvil enviando una petición a un Web Service (WS). El WS realiza los siguientes eventos: 1) consulta la base de datos del Sistema Integral de Información (SII) para obtener los datos de la solicitud en formato XML, 2) estos datos son usados para generar un documento a través de una plantilla en Word previamente creada, 3) crea un documento en formato PDF, 4) es enviado al correo electrónico del solicitante y 5) finalmente se envía una notificación al solicitante indicando la finalización del proceso. Con el sistema SEDE el alumno se beneficiará al no tener que acudir a la institución para realizar el trámite, y la institución se beneficiará al agilizar la emisión de tales documentos evitando filas de alumnos, ahorro en impresión de documentos, reduciendo así el tiempo de respuesta a una solicitud que antes se realizaba manualmente y con la presencia todo el tiempo del solicitante.

Introducción

Los avances en tecnologías de sistemas de información han permitido a los usuarios automatizar prácticamente cualquier proceso que requiera del procesamiento de datos. Asimismo, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han conformado el conjunto de recursos necesarios para manipular la información. En efecto, ninguna otra tecnología originó tan grandes mutaciones en la sociedad, en la cultura y en la economía. La humanidad viene alterando significativamente los modos de comunicar, de entretener, de trabajar, de negociar, de gobernar y de socializar, sobre la base de la difusión y uso de las TIC a escala global [1]. Además, la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación se considera casi unánimemente, en la actualidad, como una de las oportunidades claves para mejorar e innovar la educación y el aprendizaje [4]. De esta integración se esperan beneficios

importantes, entre ellos: más eficiencia del sistema educativo; mejora del rendimiento académico en lo que se refiere a la adquisición de las competencias básicas y profesionales; mayor motivación de los estudiantes; mejora de acceso a contenidos actualizados; la innovación de los escenarios y metodologías pedagógicas y, en general, una mejor adaptación del proceso de enseñanza aprendizaje [7].

Por otro lado, las tecnologías de comunicaciones han permitido la creación de nuevos paradigmas como es la computación móvil (CM). CM ha permitido a los usuarios de estos dispositivos acceder a las tecnologías y servicios que antes sólo estaban disponibles para equipos de escritorio. Así mismo, los avances en tecnologías de telecomunicaciones han permitido la creación de diversos estándares que permiten a usuarios de estos dispositivos permanecer conectados de manera inalámbrica [2], y acceder a una gran variedad de servicios, así como participar en el procesamiento de datos. Una de las tecnologías más utilizadas es la telefonía móvil a través de las redes GSM (Global System for Mobile Communications), desde su creación en los años 80s hasta la fecha, ha mantenido un crecimiento vertiginoso tanto en tecnologías como en dispositivos y servicios [5, 6].

En este artículo se aborda la problemática para la solicitud de documentos académicos por parte de los alumnos tales como: constancias de estudio, de calificaciones, de créditos cursados, etc.; o el pago de servicios como inscripción, recargos, multas, entre otros; requieren de la presencia física del interesado, es decir, el alumno tiene que acudir a la institución para realizar el trámite deseado. Para el caso del pago de servicios tales como la inscripción a un nuevo periodo escolar, se suelen crear largas filas de alumnos, donde normalmente el alumno pasa más tiempo esperando a ser atendido que realizando el trámite mismo. Asimismo, los empleados de la institución encargados de cada proceso o departamento, tienen que delimitar los horarios de atención para evitar que los empleados tengan que cubrir horas fuera de sus horarios de trabajo (situación que en la mayoría de las instituciones no es posible controlar debido a la gran cantidad de alumnos inscritos).

Los beneficios de utilizar una plataforma basada en documentos electrónicos son:

- Reducción de costos, por usar menos insumos tales como el papel, tintas, tóner, etc.,
- Disponibilidad, por ser un sistema basado en servicios web, está disponible todos los días y a cualquier hora (365/24/7),
- Cuidado del medio ambiente, la cantidad de árboles que se requieren para procesar el papel se disminuye al sustituirlos por documentos electrónicos,
- Tiempos de respuesta, óptimos ya que sólo se dependerá de los tiempos de aprobación de los cargos por costo de documentos y de la “latencia” que presenten las redes tanto GSM como inalámbricas.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección "Arquitectura" se describen los componentes y plataformas usadas para desarrollar el sistema SEDE, asimismo, se describen los módulos centrales del sistema y cómo funcionan. En la sección "Resultados y Discusión" se presentan pruebas del funcionamiento de SEDE así como los detalles y características de los dispositivos móviles usados para tal efecto. Finalmente las conclusiones y trabajos futuros son presentados.

Arquitectura

SEDE es una plataforma conformada por elementos de hardware (dispositivos móviles) y las aplicaciones y servicios (software) que lo integran [3]. El objetivo principal es dar a los usuarios una herramienta amigable para acceder a diversos servicios que ofrece la institución. Así como mejorar el servicio para la solicitud y emisión de documentos académicos de manera electrónica. En la figura 1 se muestra la arquitectura general de SEDE, la cual muestra la intranet donde se desarrolla el caso de estudio en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco (ITTJ), Jalisco, México. El Servidor Web del ITTJ hospedará el Web Service (WS) para recibir peticiones del exterior, y el Sistema Integral de Información (SII) donde reside la base de datos de control escolar y demás oficinas de la institución. Este servidor está basado en Linux y el manejador de bases de datos en SyBase. El WS accede a la base de datos del SII a través del módulo de consulta para enviar los datos al Generador de Documentos (GD).

SEDE está compuesto por los siguientes módulos: 1) *SII-DB,* donde se encuentran las bases de datos del Sistema Integral de Información (SII). Estas bases de datos contienen la información necesaria para los distintos documentos ofrecidos por la institución. 2) *SEDE-Server,* computadora donde se ejecutan los módulos principales que conforman el sistema SEDE. 3) Web Service (WSSEDE), desarrollado en la plataforma Java basado en protocolos y estándares de la tecnología de Web Services, para intercambiar datos entre el SII-DB y la 4) Base de datos para almacenar datos propios del SEDE. 5) Generador de Documentos (GD), módulo encargado de recibir datos obtenidos por el WSSEDE, tales datos son insertados en una plantilla de Word (que representa el documento solicitado, p. ej. constancia de estudios) para generar un archivo en formato PDF, para ser enviado por el 6) MOD-MAIL, módulo encargado de enviar el documento creado en (5) por el protocolo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) usando el servidor de correo de GMail, hacia la dirección de correo electrónico del solicitante.

Web Service: WSSEDE

Es un Web Service desarrollado en Java (war) encargado de las peticiones que realizan los usuarios al solicitar un documento electrónico. También es el encargado de llevar a cabo el proceso de recolección de información de la base datos, transmitirla al GD para la creación del PDF y enviarlo por correo al usuario. El Web Service esta creado en el lenguaje de programación Java (ver figura 1-2).

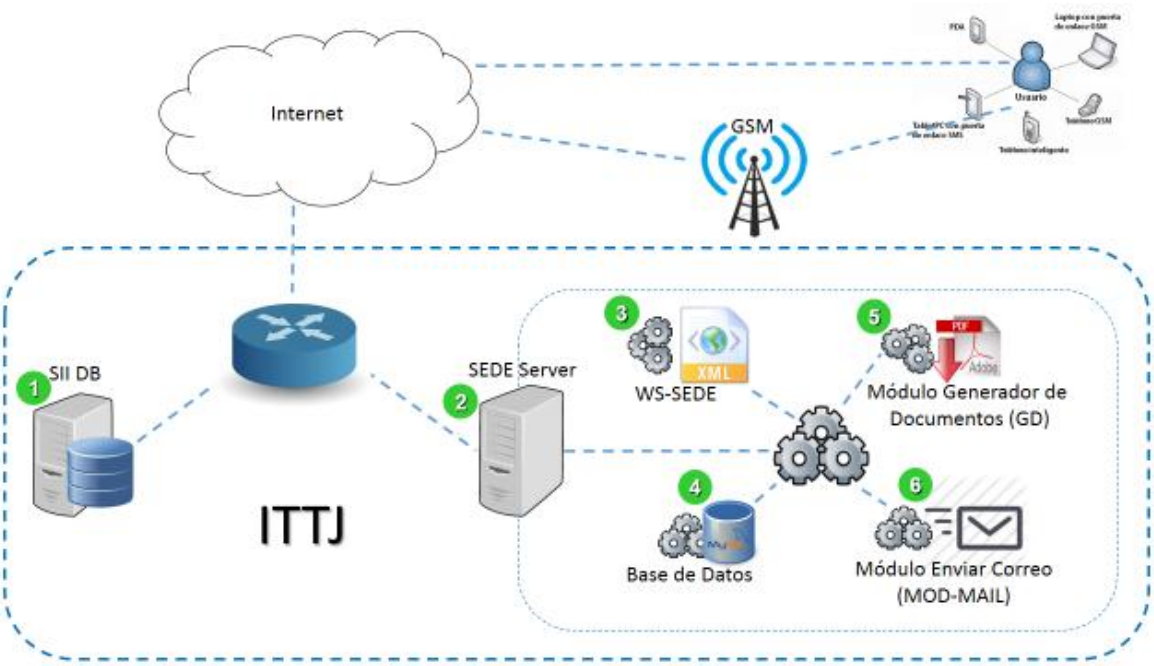


Figura 1 Arquitectura de SEDE

Módulo Generador de Documentos (GD)

Este módulo está desarrollado en usando la VCL (Visual Components Library) del entorno de desarrollo Rad Studio con el lenguaje de programación Delphi. El módulo GD recibe solicitudes del WSSEDE a través del mecanismo de comunicación por sockets orientados a conexión (TCP). WSSEDE le envía a este módulo los datos necesarios en formato XML para la creación del documento. Los datos recibidos en XML son interpretados y son usados para reemplazar "etiquetas" predefinidas en una plantilla de Word, respetando el formato del documento, finalizando con la generación del documento en formato PDF (ver figura 1-5).

Módulo para envío de correo (MOD-MAIL)

Este módulo está desarrollado en C# en la plataforma Visual Studio, recibe una solicitud desde el WSSEDE, con la ruta del documento en formato PDF, para ser enviado al destinatario usando el protocolo SMTP. Una vez finalizado con éxito el envío, el WSSEDE manda una notificación al usuario (ver figura 1-6). En la figura 2 se muestra el caso de uso iniciado con la solicitud del actor 1) al WSSEDE por medio de la aplicación móvil, esta solicitud revisa el registro del actor en la base de datos, 2) el web service al recibir una solicitud del actor comienza una comunicación socket con el módulo para crear PDF, 3) elmódulo PDF responde abriendo ya la comunicación socket, 4) el web service le proporciona los datos en XML necesarios para la realización del documento solicitado por el actor, 5) el módulo PDF construye el documento y es convertido a PDF, 6) el módulo PDF envía el directorio donde se encuentra el archivo final (documento.pdf) finalizando

con esto la comunicación entre el módulo PDF y el web service, 7) el WSSEDE comienza una comunicación socket con el módulo MOD-MAIL, 8) este responde abriendo una comunicación socket, 9) WSSEDE envía al MOD-MAIL el directorio del archivo PDF y el correo electrónico del actor solicitante, 10) el MOD-MAIL dirige al correo electrónico del actor el archivo PDF, 11) MOD-MAIL informa al WSSEDE el envío exitoso del archivo, 12) el WSSEDE responde al actor con un mensaje de que el proceso se ha llevado con éxito.

Resultados

A continuación se describen los resultados obtenidos del desarrollo del sistema SEDE. Se describen las imágenes de las pantallas del dispositivo móvil utilizado para las pruebas. En la figura 3a, se muestra una pantalla de inicio de sesión, se pide un número de control y la contraseña del alumno (previamente registrado en el sistema SII), en el caso de no estar registrado, el usuario puede usar la opción de registro. Los datos son enviados al WSSEDE para ser autenticados en la base de datos del sistema SEDE, si los datos coinciden se dará acceso al usuario. Al iniciar sesión, la aplicación recibe una lista de los documentos disponibles como se muestra en la figura 3b.

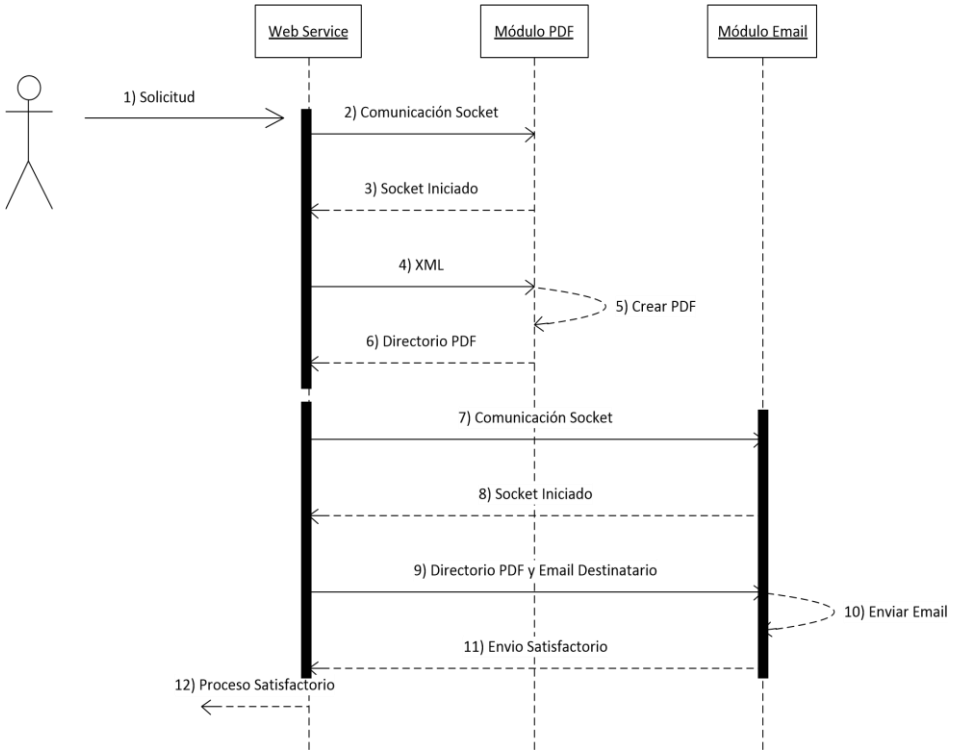


Figura 2 Diagrama de secuencias de una solicitud.

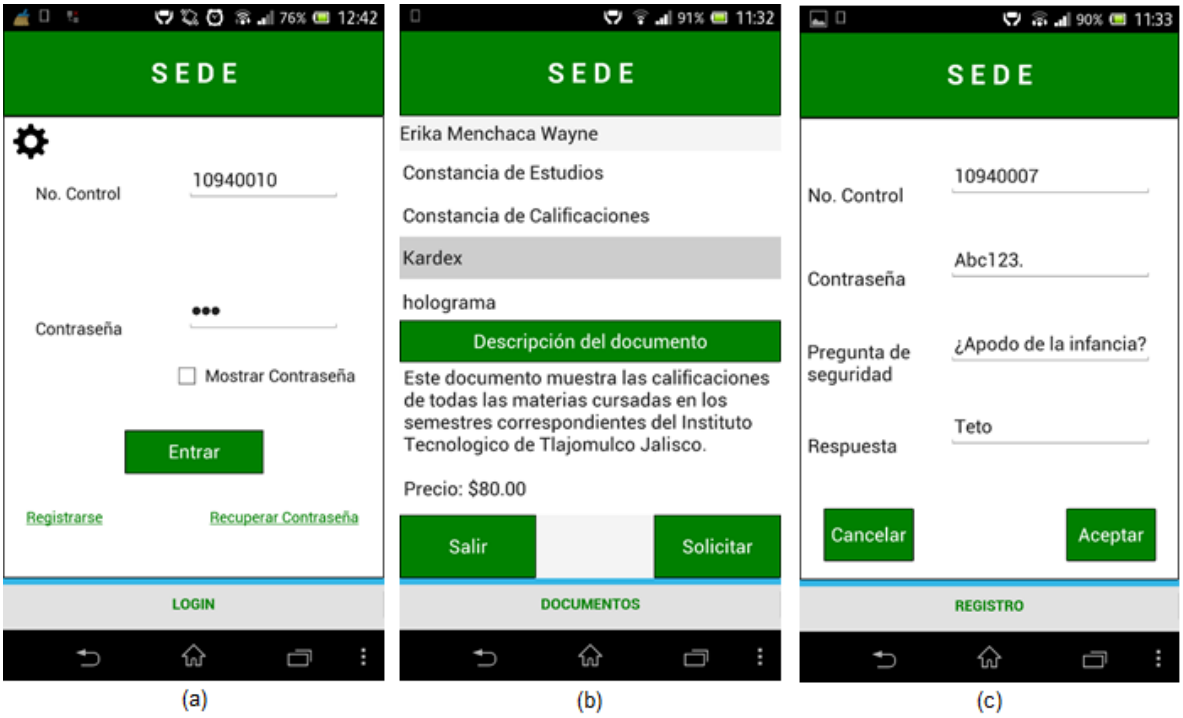


Figura 3 Aplicación móvil para solicitar un documento académico.

En la figura 4 se muestra el código fuente para conectar con el web service WSSEDE. Desarrollado en la plataforma de VCL (Visual Components Library) usando el lenguaje de programación Delphi con el IDE Rad Studio XE7 de la empresa Embarcadero. La implementación del servicio es a través usando SOAP (Simple Object Access Protocol) es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML. El WSSEDE se encuentra hospedado y ejecutándose en el servidor del sistema SEDE (ver figura 1-2 y 1-3). El primer paso es obtener una instancia que invoque al web service:

```
ws := GetWSSEDE;
connected := ws.connect;//conectarse al web service
```

el objeto ws, recibe la referencia al web service e intenta la conexión. En el caso de ser exitosa la conexión el siguiente paso es obtener una lista de documentos disponibles para el usuario. El método login2 permite iniciar sesión pasando los parámetros del no. de control y la clave del usuario.

```
documentos:= ws.login2(edtNoControl.Text, edtPass.Text);
for I := 0 to Length(documentos)-1 do
    ListDocs.Items.Add(documentos[I].nombre).Size;
```

```
//En este botón se hace el procedimiento de inicio de sesión en la aplicación
procedure TMain.recEntrarClick(Sender: TObject);
var ws : TWSSEDE;
    connected : booelan;
begin
       ws := GetWSSEDE;
       connected := ws.connect;//conectarse al web service

       //condicion para saber si se conectó al web service, si no se conectó mandara
       //mensaje de error, de lo contrario enviara los parametros para hacer el proceso de
       //logueo
       if NOT connected then
       begin
                MessageDlg('Erro de Conexón, ¿Desea mandar informe de error?',
                     TMsgDlgType.mtWarning,
                     [
                       TMsgDlgBtn.mbYes,
                       TMsgDlgBtn.mbNo
                     ],0, procedure(const AResult: TModalResult)begin end);

       end
       else
       begin
          documentos:= ws.login2(edtNoControl.Text,edtPass.Text);
          for I := 0 to Length(documentos)-1 do
            ListDocs.Items.Add(documentos[I].nombre).Size;

          TabControl.ActiveTab:= tbiDocumentos;
          tbiLogin.Visible:= false;
          tbiDocumentos.Visible:= true;
       end;
end;
```

Figura 4 Código para conectar al Web Service.

La figura 5 muestra el resultado final de proceso de solicitud de una constancia de estar inscrito. El sistema SEDE le envía un correo al usuario (ver figura 5a) con el documento en formato PDF (ver figura 5b). El documento en formato PDF es el resultado de los datos obtenidos por el WSSEDE de la base de datos del SII, los cuales reemplazan etiquetas en un documento con formato de Microsoft Word (que actúa como una plantilla). Este documento es grabado en formato PDF para finalmente ser enviado por correo electrónico al usuario. El sistema utiliza un cliente de correo SMTP a través del servidor de correo de GMAIL, el cual permite el envío de correos a cualquier destinatario de manera gratuita.

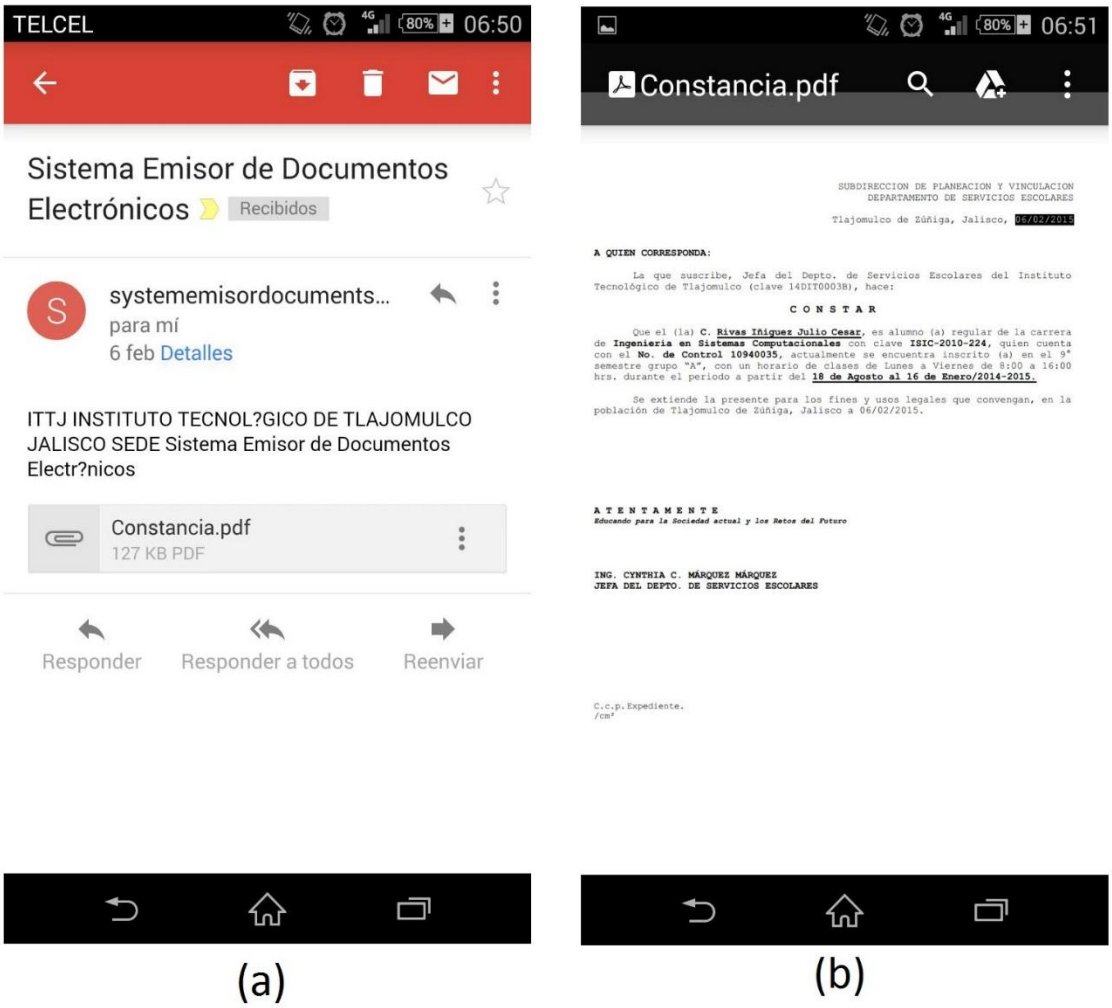


Figura 5 Documento PDF enviado por correo.

Conclusiones

En este artículo se presentó la funcionalidad de un sistema para automatizar el servicio de generación de documentos académicos (en esta primer etapa sólo los documentos elaborados por el departamento de Servicios Escolares) denominada: "Servicio para Emisión de Documentos Electrónicos" (SEDE). SEDE está orientada al servicio de los alumnos (incluso egresados), para solicitar cualquier tipo de documento académico de manera remota desde su dispositivo móvil. SEDE puede responder a peticiones realizadas a través de la red GSM con SMS o directo de internet desde una red WI-FI. También, se describieron las diferentes formas para realizar pagos electrónicos. Se mostró un caso de estudio, basado en la petición desde una red WI-FI, con una aplicación basada en Android, donde el usuario realiza la solicitud de un Kardex (lista de materias y calificaciones) pagando el documento usando el sistema PayPal.

Con SEDE, los usuarios mejorarán el tiempo de espera de las solicitudes realizándolas desde cualquier momento y en cualquier lugar a través de la red GSM o WI-FI, y la institución reducirá costos al usar menos papel y recursos necesarios para el procesamiento de documentos. Así mismo, los funcionarios encargados del proceso, podrán optimizar sus labores ya que no tendrán que atender tantos usuarios de manera personal, y se reducirán la afluencia de solicitudes presenciales y las grandes filas de usuarios tenderán a desaparecer.

Agradecimientos

Este artículo se desarrolló dentro del proyecto de investigación (sin financiamiento) "Servicio para Emisión de Documentos Electrónicos (SEDE)." Clave: TLJ-ISC-2013-189 Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal. Vigencia: del 1 de octubre de 2013 al 14 de septiembre de 2014, del Tecnológico Nacional de México (antes la Dirección General de Institutos Tecnológicos).

Referencias

1. Carneiro, r.; Toscano, J.C.; Diaz, T. (2011): “Los desafíos de las TIC para el cambio educativo”. Metas Educativas 2021. Fundación Santillana. OEI. España.

2. Gama M. Luis A., Canizal R. Mariana, Villa T. Elizabeth, Merida J. Yesenia. Diseño de una Interfaz de conectividad a través de Bluetooth. Congreso Internacional de Tecnologías de Información y Robótica - CITIR. Nov 2009.

3. Gama-Moreno Luis A., Martinez H. Carlos, Torres R. J. Angel, Torres J. Luis, Ramirez A., Juárez Manuel A. Plataforma de Aplicaciones para Documentos Electrónicos a través de Cómputo Móvil. Revista Gerencia Tecnológica e Informática. ISSN 1657-8236. Vol. No. 2014

4. Law, N., Pelgrum, W.J. & Plomo, T. (Eds.) (2008). Pedagogy and ICT in schools around the world: findings from the SITES. 2006 study. Hong Kong: CERC and Springer.

5. Mehta Nirav. Mobile Web Development: Building mobile websites, SMS and MMS messaging, mobile payments, and automated voice call systems with XHTML MP, WCSS, and mobile AJAX. Pack Pub. ISBN 978-1-847193-43-8. 2008.

6. Mouly Michael, Pautet Marie-Bernadette. The GSM System for Mobile Comm. Telecm Pub. 1992. ISBN 0945592159.

7. Pérez Tornero J. M., M. Pi. La integración de las TIC y los libros digitales en la educación. Universidad Autónoma de Barcelona. Ed. Aula Planeta. ISBN:978-84-8335-406-3. 2013

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTO PARA LA PROMOCIÓN INSTITUCIONAL CON ORIENTACION VOCACIONAL

L. Cuevas-Bracamontes[1], S. Valle-Bahena[2], A. Dionicio-Abrajám[3], D.I. Salgado-Guzmán[4] and J.U. García-Cervantes[5]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala, carretera nacional Iguala-Taxco Esquina Periférico Norte s/n - lydia.cuevas@itiguala.edu.mx; silvia.valle@itiguala.edu.mx; angelita.dionicio@itiguala.edu.mx; uzzielcolville@hotmail.com; diianiiz_iitzel@hotmail.com

***Área de participación**: Ciencias de la Computación.*

Resumen- En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema automatizado de reconocimiento de movimientos mediante el dispositivo Kinect, enfocado a la promoción institucional con orientación vocacional, para lograr despertar el interés y la atención de aspirantes a ingresar al Instituto Tecnológico de Iguala. La finalidad de esta herramienta es proporcionar una alternativa diferente en las formas convencionales de promoción institucional, así como auxiliar al aspirante en la elección de una carrera, mediante un test vocacional.

Introducción

El uso de las nuevas tecnologias es un recurso atractivo para desarrollar acciones y despertar interés en adolescentes y jóvenes. La tecnologia Kinect es una de ellas, ya que ha revolucionado la interacción de los videojuegos y orientandolo posteriormente, hacia aplicaciones científicas, de salud, educación, entre otros.
Aprovechando la gran aceptación de los jóvenes por el sensor Kinect, y contando con la necesidad de innovar en las formas de realizar promoción de las carreras en el Instituto Tecnológico de Iguala, nace el "***Sistema de Reconocimiento de movimientos para la promoción institucional con orientación vocacional"***. Teniendo la característica de interactuar a través de movimientos, en lugar de utilizar el teclado y ratón.
Este sistema se realizó para el Departamento de Desarrollo Académico, responsable de la promoción institucional del Instituto, quien participa con frecuencia en ferias promocionales en escuelas de nivel medio superior, para obtener mayor captación de alumnos en las diferentes carreras que oferta, así mismo realiza visitas a Instituciones del mismo nivel educativo para el mismo fin.

Con la implementación de este sistema se pretende que la promoción sea atractiva para que los alumnos que vayan a ingresar consideren al Instituto Tecnológico de Iguala como una opción.

Fundamento Teórico

En la actualidad se han diseñado y desarrollado diversos software a la medida como herramientas de apoyo en el área administrativa de empresas públicas y privadas. Las escuelas de nivel superior no se han quedado atrás, se ha modernizado haciendo uso de la TIC´s en su quehacer diario.
Los dispositivos que antes solo eran usados para juegos como el kinect, actualmente están siendo utilizados para el desarrollo de nueva aplicaciones, donde el usuario podrá hacer uso de los movimientos de su cuerpo, para interactuar con la computadora, supliendo en cierta medida al teclado y al ratón.

Kinect dispone de una cámara RGB y dos sensores 3D de profundidad que nos proporcionarán una experiencia totalmente diferente. La combinación de estos sensores hace que podamos ver las imágenes capturadas en tres dimensiones, es decir, en los ejes x-y-z, pudiendo así conocer la distancia a la que se encuentra cada uno de los objetos de la imagen. Además su software interno hace posible el reconocimiento de esqueletos mediante un patrón que nos dice que un cuerpo está formado por una cabeza, un tronco, dos brazos y dos piernas, de forma que separa el esqueleto del resto de la imagen obtenida con el sensor.

Además, el sensor Kinect dispone de un array de 4 micrófonos que nos permitirán disponer de un reconocimiento de voz para dar órdenes a nuestros juegos o aplicaciones. La disposición de estos micrófonos nos ayudará a saber de dónde proceden los sonidos. El sensor dispone también de eliminación de ruido y eco, con lo que el tratamiento de los sonidos se hará más preciso. [3]

APLICACIONES DE KINECT

1. Aplicaciones de Kinect para Neurohabilitación

En este Trabajo se ha estudiado el desarrollo de aplicaciones para Windows controladas por Kinect utilizando el *Software Development Kit* (SDK, Kit de Desarrollo de Software) proporcionado por Microsoft. Más allá de este estudio nos hemos centrado en la programación de videojuegos aptos para su aplicación en terapias de neurohabilitación.
Este trabajo de investigación desarrollado, utiliza el kinect para permitir realizar diferentes actividades que los niños (pacientes) con problemas de movilidad o daño cerebral, pueden trabajar diversos síntomas como el equilibrio, la elasticidad, la fuerza, la fatiga, la coordinación y la memoria. [1]

2. Advant y Advant-ed: plataforma para el entrenamiento cognitivo y físico con Kinect1

La idea global de la aplicación se puede resumir en una plataforma que permite, al usuario final, la resolución de ejercicios mediante el movimiento de su cuerpo y que han sido previamente elaborados por un usuario educador. La principal potencia de esta plataforma estriba en la alta capacidad de configuración de los ejercicios, clasificados en físicos y cognitivos, que pueden ser generados mediante la herramienta ADVANT-ED (Advanced Therapeutics Editor) para luego ser

utilizados a modo de video juego por los usuarios finales de la plataforma ADVANT (Advanced Theraputics).
El objetivo ha sido desarrollar una aplicación que facilite la estimulación física y cognitiva de personas que cuenten con algún tipo de discapacidad, adaptándose a las necesidades y limitaciones de los usuarios finales. [2]

3. Control de Software Educativo mediante KinectINECT DE MICROSOFT
Esta aplicación ofrece un *feedback* continuo del estado de los alumnos durante una clase, de forma que el profesor pueda conocer si los alumnos han entendido la explicación, si han conseguido resolver un determinado problema propuesto o si tienen algún tipo de duda durante la clase. Este proyecto global dispone de diferentes módulos, entre los que se encuentran la propia aplicación de realidad aumentada, un sistema basado en el uso de smartphones que permite que los alumnos proporcionen este *feedback* al profesor, y un controlador que permita al profesor manejar la aplicación educativa mediante NUI (*Interfaz Natural de Usuario*), es decir, mediante gestos con el propio cuerpo. De esta última parte es sobre la que trataremos a lo largo de este documento.
Por lo tanto, el principal objetivo de este proyecto es crear una aplicación capaz de reconocer una serie de gestos básicos con los que controlar una herramienta educativa. Además de estos gestos, la aplicación deberá permitir a los usuarios decidir que gestos van a utilizar para cada una de las acciones que se pueden realizar. También el usuario será capaz de controlar las diapositivas de PowerPoint utilizando los gestos reconocidos.

Metodología

La metodología de desarrollo de software utilizada para el Sistema de Reconocimiento de Movimientos para la Promoción Institucional con Orientación Vocacional, fue el ciclo de vida clásico o modelo en cascada que sugiere un enfoque sistemático, secuencial para el desarrollo del software que comienza en un nível de sistemas y progresa con el Análisis, Diseño, Codificación, Pruebas y mantenimiento. [4]

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTO PARA LA PROMOCIÓN INSTITUCIONAL CON ORIENTACIÓN VOCACIONAL

El Departamento de Desarrollo Acadêmico planteó la necesidad de mejorar la promoción de la oferta educativa del Instituto, este requerimiento surge debido a que se realizan ferias expo gráficas donde se presentan todas las Instituciones de nivel superior en la Región Norte del Estado de Guerrero, mostrando cada una su estilo propio de promoción. Por lo que se propuso al Departamento innovar este proceso implementando un sistema, que a través del reconocimiento de movimiento, los aspirantes interactúen explorando para conocer las carreras con su objetivo, perfil de egreso, planes de estudio, instalaciones, servicios que ofrece,

así mismo presentar la opción de orientación educativa por medio de un test vocacional.
El reconocimiento de movimientos se realizará a través del sensor Kinect de Microsoft, mostrando una alternativa de promoción diferente y atractiva al aspirante, como se muestra en la figura 1.

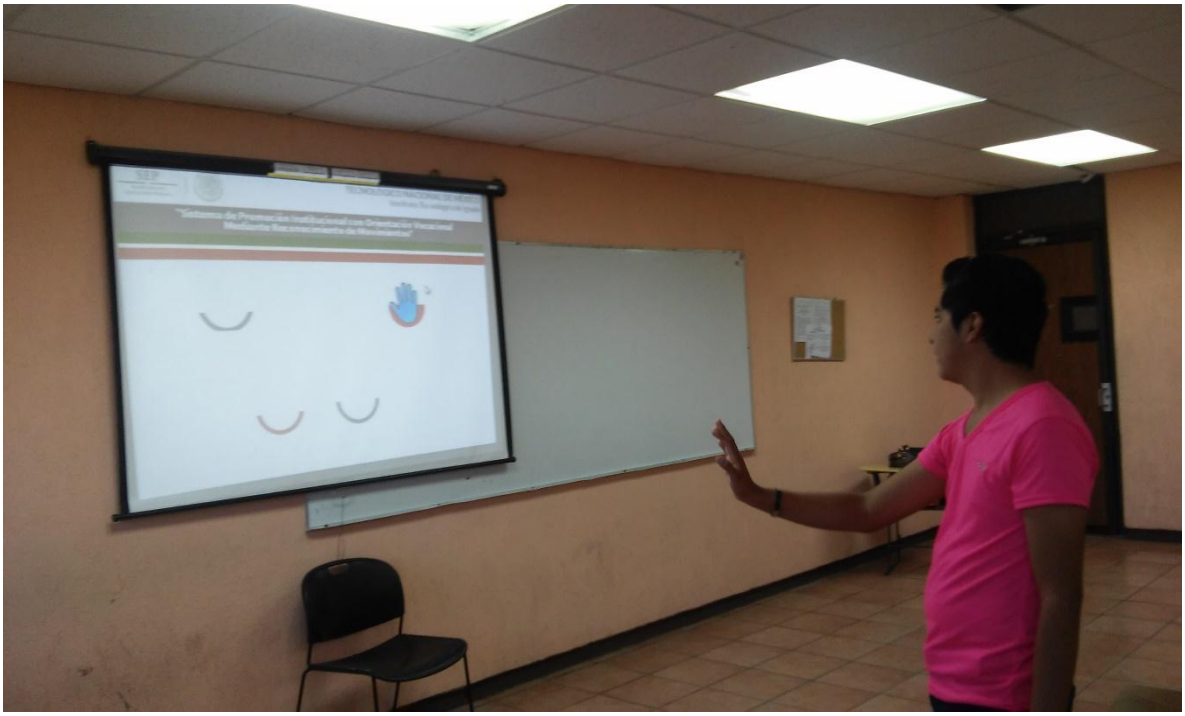


Figura 1. Reconocimiento de movimiento con Kinect.

Figura 2. Dispositivo Kinect de Microsoft.

Los requerimientos de hardware y software son los siguientes:

Requisitos de hardware

- Procesador de 32 bits (x86) o 64 bits (x64)

- Procesador de doble núcleo, de 2.66-GHz o más rápido
- Bus USB 2.0 dedicado
- 2 GB de RAM
- Sensor Kinect para Windows
- Sistema Operativo Windows 7 o superior

Requisitos de software

- Microsoft Visual Studio 2010 Express u otra edición de Visual Studio 2010
- .NET Framework 4.0
- Microsoft Speech Platform SDK v11, para desarrollar aplicaciones que permiten el uso de la voz en Kinect para Windows.

El diseño de la interfaz del sistema se muestra a continuación, iniciando con la pantalla principal como se muestra en la figura 3.

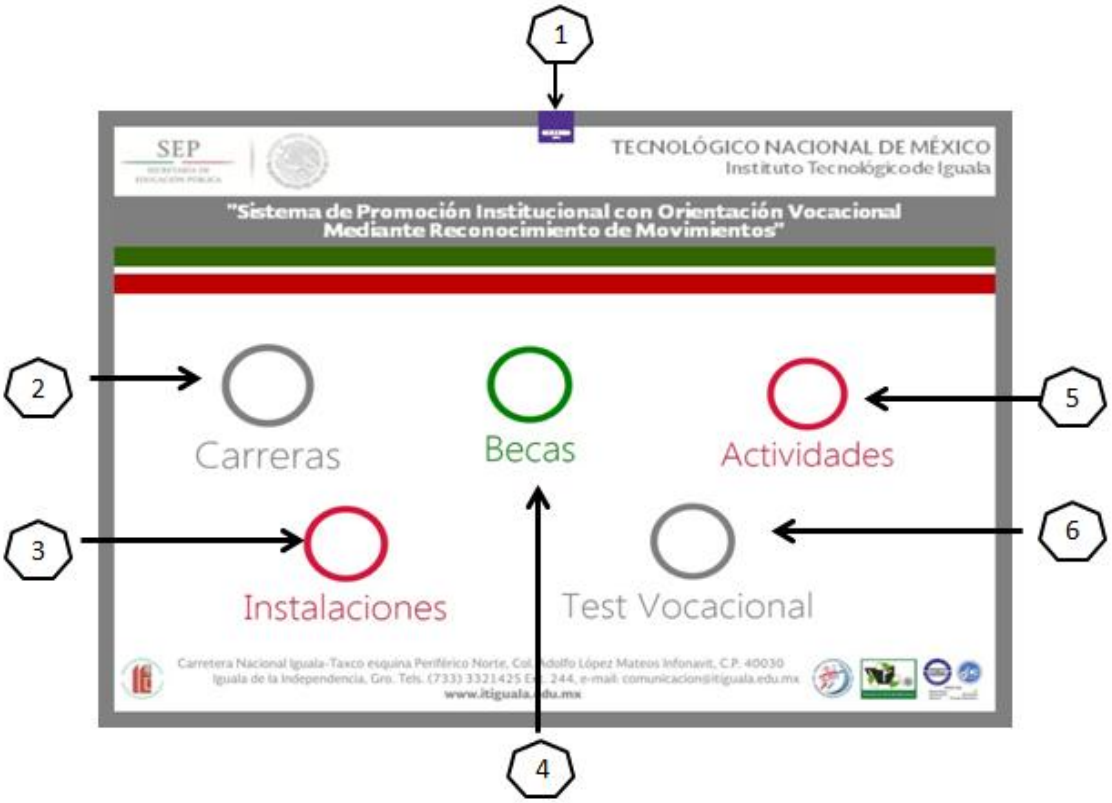


Figura 3. Pantalla principal.

Descripción de la pantalla:

1. Sensor Kinect Conectado al equipo
2. Botón de Kinect, muestra la opción de Carreras
3. Botón de Kinect, muestra la opción de Instalaciones
4. Botón de Kinect, muestra la opción de Becas
5. Botón de Kinect, muestra la opción de Actividades
6. Botón de Kinect, muestra la opción de Test Vocacional

Diseño de la Interfaz de la opción Carreras.

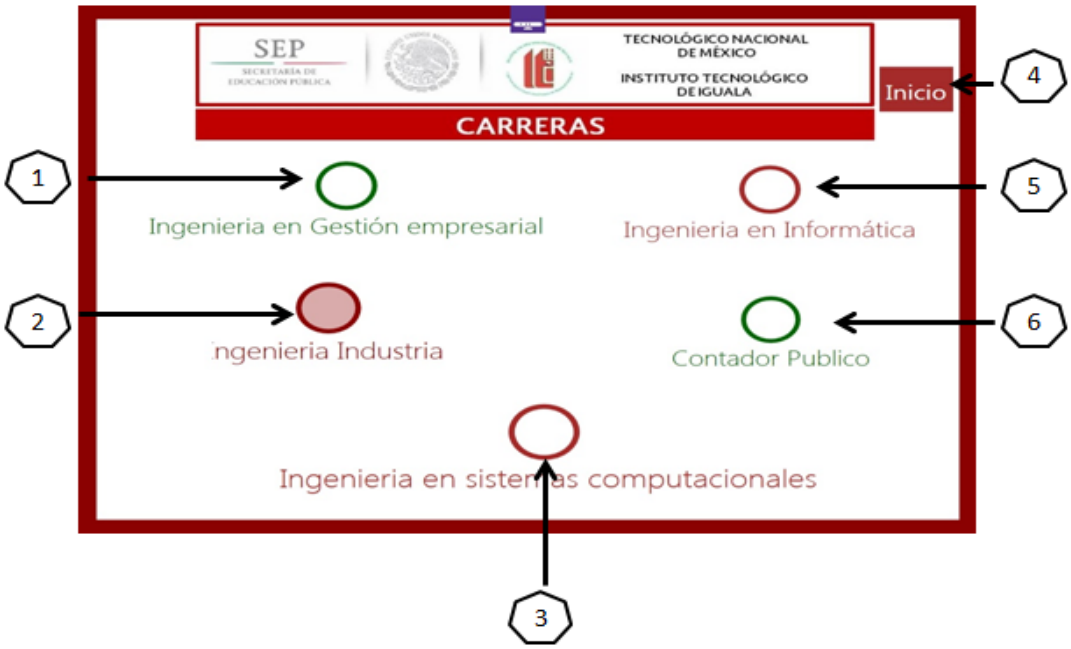


Figura 4. Interfaz de la opción carreras.

Descripción de la pantalla:

1. Botón de Kinect, muestra la opción de la carrera Gestión empresarial
2. Botón de Kinect, muestra la opción de la carrera ingeniería industrial
3. Botón de Kinect, muestra la opción de la carrera ingeniería en sistemas
4. Botón de Kinect, dirige al menú principal del sistema
5. Botón de Kinect, muestra la opción de la carrera ingeniería informática
6. Botón de Kinect, muestra la opción de la carrera contador público

En la figura 5 se visualiza información correspondiente a la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, mostrando el Objetivo, el Perfil profesional y Retícula. Cabe señalar que en cada opción de las carreras que se ofertan se muestra información referente a la misma.

Figura 5. Pantalla con información de la carrera de Gestión Empresarial

El sistema permite conocer las diferentes actividades extraescolares que ofrece el Instituto como: Danza, Teatro, Rondalla, Banda de guerra, Voleibol, Basquetbol, Taller de lectura,etc.

Figura 6. Pantalla que muestra clubes y talleres.

En la figura 7 se muestra una Interfaz donde el usuario resuelve un Test Vocacional.

Figura 7. Módulo de test vocacional.

El módulo de Test Vocacional, presenta una alternativa para orientar al aspirante de forma interactiva, al elegir una de las carreras que ofrece el Instituto, de acuerdo a las aptitudes que reflejan al contestar dicho test. En la figura 8 se muestra la forma de presentar el resultado:

Figura 8. Resultado del test vocacional.

En la imagen anterior (figura 8), se muestra un ejemplo del resultado obtenido al contestar el test vocacional, donde se orienta al aspirante a elegir una de las opciones que oferta el Instituto, de acuerdo a las habilidades encontradas en cada una de las respuestas.

Resultados y Discusión

Actualmente el Instituto Tecnológico de Iguala posee medios convencionales de promoción Institucional, sin embargo estos medios no causan en su totalidad el impacto deseado en los aspirantes, por lo que se desarrolló una herramienta para el Departamento de Desarrollo Académico que será utilizada en la Coordinación de Educación Educativa, contribuyendo en la función de aplicación de programas para dicho proceso.
La mejor forma de solucionar esto fue el desarrollo de un medio interactivo, que usa nuevas tecnologías y al mismo tiempo sigue usando algunos de los medios de publicidad actuales.
La herramienta que se desarrolló para este método fue una aplicación auxiliada por el sensor Kinect, mostrando una innovación en la forma de cómo se realiza la promoción Institucional, ya que esta aplicación permite la interacción mediante el reconocimiento de movimientos del aspirante, informándole la oferta educativa, servicios que proporciona la Institución (becas), actividades extraescolares, reconocimiento de instalaciones de forma atractiva, interesante y visual.

Cabe mencionar, que en la implementación de este software en escuelas de medio superior, se aplicaron encuestas en las cuales, los aspirantes mostraban su

interés, considerándolo como algo innovador. Además de atraer su atención y deseo de interactuar para conocer la institución con sus respectivas carreras.
El resultado de las encuestas arrojaron que el 92% de los jóvenes, se sintieron atraídos por este medio de promoción. El 8% de los aspirantes mencionaron que para ellos es más fácil informarse por los medios convencionales (folletos, trípticos etc.).

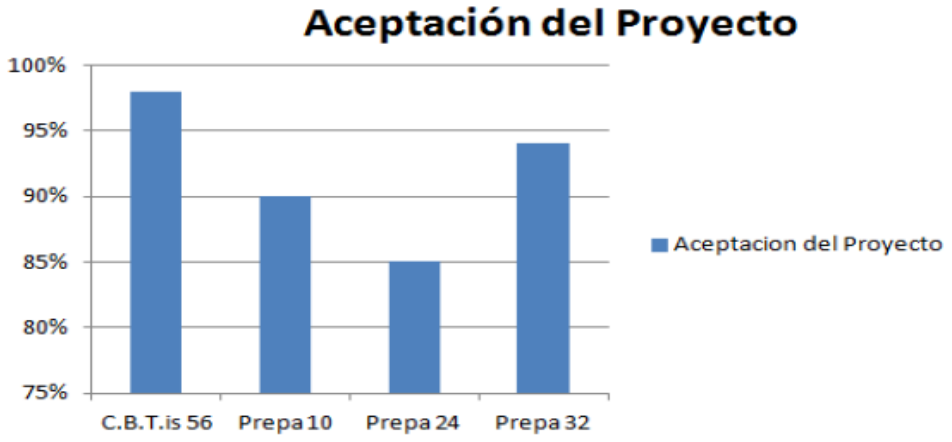


Figura 9. Resultados de las encuestas

Conclusiones

- Este sistema contribuyó de manera favorable como una herramienta auxiliar en el proceso de promoción institucional en el Departamento de Desarrollo Académico a través de la Coordinación de Orientación Educativa.
- Esta implementación fue del agrado y aceptación de dicha coordinación debido a la innovación que presenta en comparación de las formas convencionales de llevar a cabo la promoción institucional.
- Los aspirantes se sintieron atraídos por el sistema y con deseos de interactuar con él.

Referencias

1. **D. De la Fuente; Tesis: Aplicaciones de Kinect para Neurohabilitación; Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Telemática, Universidad Politecnica de Cataluña, 1992,**
2. **V. González*; Advant y Advant-ed: plataforma para el entrenamiento cognitivo y físico con Kinect1***
3. **E. Fernández; T. Zarraonandia; *Control de Software Educativo Mediante Kinect de Microsoft*; Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, 2012**
4. **R. S. Pressman; Ingeniería de Software, un enfoque práctico; 5ª. Edición, Ed. Mc Graw Hill, 2003.**

SISTEMA GRÁFICO PARA VISUALIZACIÓN DE LOTES DE SIEMBRA EN EL CIMMYT

Boris Antonio Aranda Benítez[1], Laura Villavicencio Gómez[2],Erick Silva Colín[3], Oscar Bañuelos Tavares[4],

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec–baaranda@yahoo.es; [2]Instituto Tecnológico de Zacatepec–villavicencio_2000@itzacatepec.edu.mx, [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec–erick67@gmail.com; [3]Centro Internacional para el mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT)-O.BANUELO-O.BANUELOS@CGIAR.ORG

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen

El presente trabajo muestra como mejoró el manejo de la información de las actividades realizadas sobre lotes de cultivo en un campo experimental mediante el desarrollo de un sistema gráfico por computadora creado para el centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT).

Se muestra el análisis, diseño e implementación del sistema, para su elaboración se utilizaron, JavaScript y Java con acceso a base de datos en MySQL, aprovechando todos los beneficios que brinda la programación con multimedios y orientada a objetos.

El sistema utiliza el croquis del campo experimental y permite la visualización de sus lotes de siembra y mediante un código de colores muestra si están sembrados, arados, rastrillados, si es siembra de conservación, en descanso, etcétera, adicionalmente se tienen también los datos históricos que permiten ver el estatus de los lotes en cualquier periodo del año. Con este proyecto se mejora la planeación de la asignación de actividades a los lotes, se conoce cuales lotes están "descansados", cuales están desgastados, cuales libres, cuales ocupados, etc.
.

1.1 Introducción

No cabe duda de que la vista es una de las principales vías de entrada de información al cerebro, facilita la comprensión de aquello que representa y la obtención de nuevo conocimiento. Una vez que se aprende a tratar la información visual, como por ejemplo, reconocer los objetos y la utilidad o peligrosidad de cada uno, dicha información ayuda tomar decisiones.

Desde épocas remotas, el hombre ha sentido la necesidad de transmitir la información visual y ha desarrollado para ello técnicas de registro de lo más variado, las cuales utilizan toda clase de soportes, como la madera, piedra, barro, papiro, papel, etc. En la actualidad, sistemas informáticos de todo tipo constituyen uno de los principales medios de transmisión de la información visual.

El uso de programas de geoposicionamiento (como el Labview , Mapinfo, Googlemaps) son muy utilizados para resolver problemas de este tipo, pero

carecen de una forma de poner el historial de actividades que se realizan sobre un lote. Se utilizaron Gráficos Vectoriales Redimensionables (del inglés Scalable Vector Graphics) o SVG para la localización de los lotes en el mapa de CIMMYT que son una especificación para describir gráficos vectoriales bidimensionales, tanto estáticos como animados, en formato XML

Planteamiento del Problema:

El CIMMYT cuenta con 40 hectáreas de superficie donde se realizan las diversas investigaciones, cada investigación con sus diferentes cultivos.

A cada proyecto de investigación se le asigna un lote dentro de las 40 hectáreas. Para cada lote se lleva un control manual de su histórico en cuadernos de texto donde se registran las actividades realizadas, tipo de cultivo y superficie sembrada esta información es recabada por todo el centro y al ser este muy extenso se vuelve una tarea engorrosa. El mayor problema surge cuando al superintendente se le solicita que genere un informe técnico, por lote, por ciclo, etc. Tiene que buscar la información en los cuadernos y alrededor de todo el campo aunado a que ya existen dos años de investigación en los registros a mano. Todas estas actividades son tardadas y laboriosas.

Objetivo General

Automatización de la información manejada referente a los lotes de cultivo y actividades, mediante el desarrollo de un sistema por computadora que facilite la labor del superintendente.

Objetivos Específicos

· Mejorar la emisión de los reportes de actividades por lote.
· Disminuir el tiempo de la recopilación de la información para los reportes.
· Hacer más rápida la consulta del estatus actual de los lotes de siembra.
· Ofrecer una interfaz gráfica para control de los lotes.
· Optimizar la consulta de información referente a los lotes.

Hipótesis

"Es posible mediante un sistema gráfico para visualización de lotes de siembra mejorar la generación de reportes así como de llevar un mejor control del historial de cada uno de los lotes"

Metodología

En la figura 1 se describe el proceso de registro de actividades en los lotes de cultivo, para llevarlo a cabo, primero tiene que llegar la orden de realización de la

actividad, si la actividad requiere de la aplicación de algún químico, la orden es enviada al encargado del almacén de químicos, si la actividad no requiere químicos pero si utiliza de alguna maquinaria en especial la orden se remite al encargado de máquinas e implementos, si la actividad no requiere ni maquinaria ni químicos, se envía al personal de campo, una vez que la orden esta con el encargado correspondiente, se realiza la actividad y por último se registra en la bitácora del lote.

a) Diagrama de actividad. Registro de actividades.

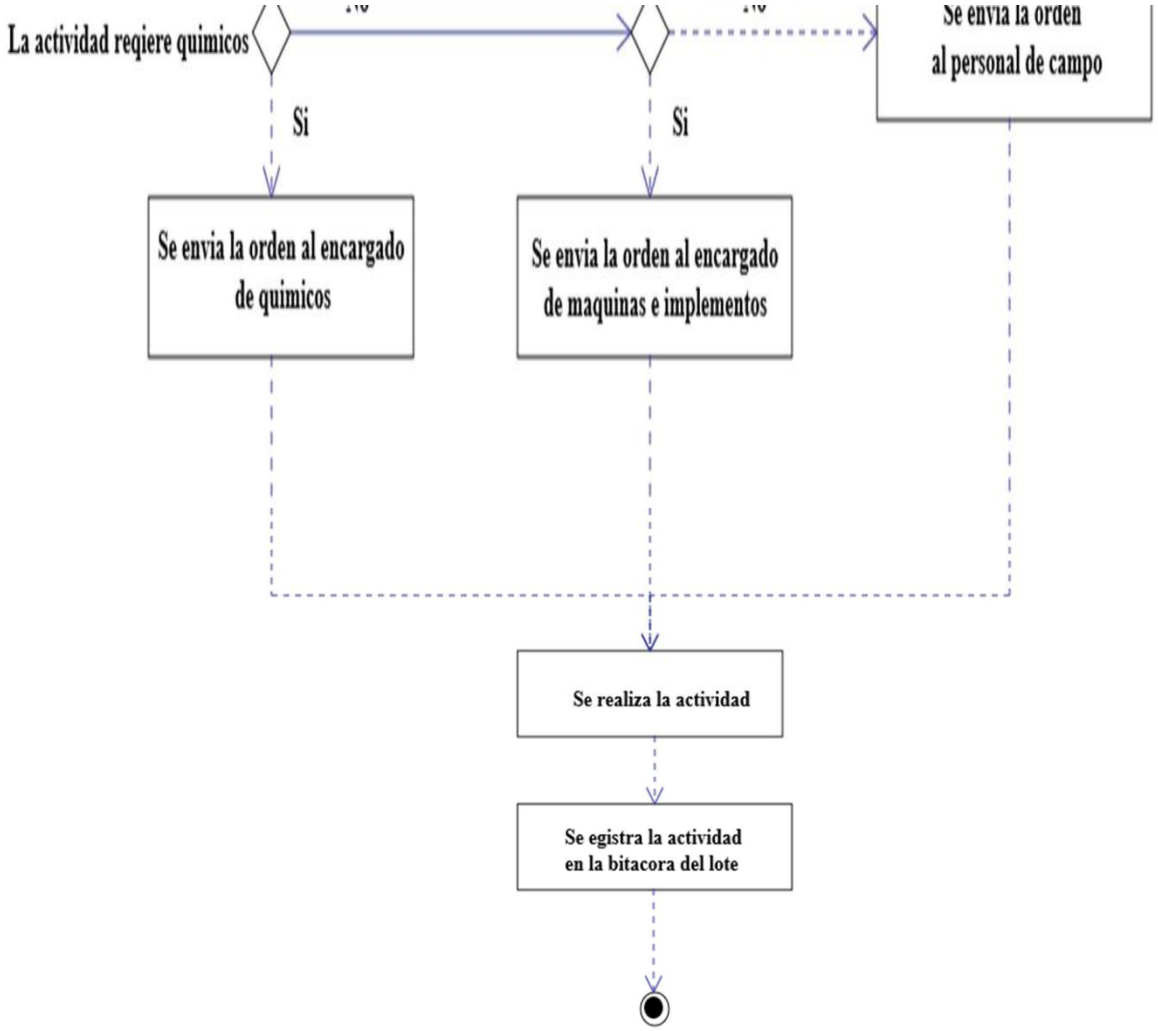


Figura 1 Registro de actividad.

La información de los lotes de cultivo se almacenan en la base de datos a través de una interfaz de usuario diseñada para la captura de las actividades realizadas sobres los lotes de siembra, las consultas se realizan mediante una interfaz gráfica en forma de mapa donde se visualiza la información de cada uno de los lotes en la fig. 2 se muestran los principales módulos del sistema y su interacción con los usuarios.

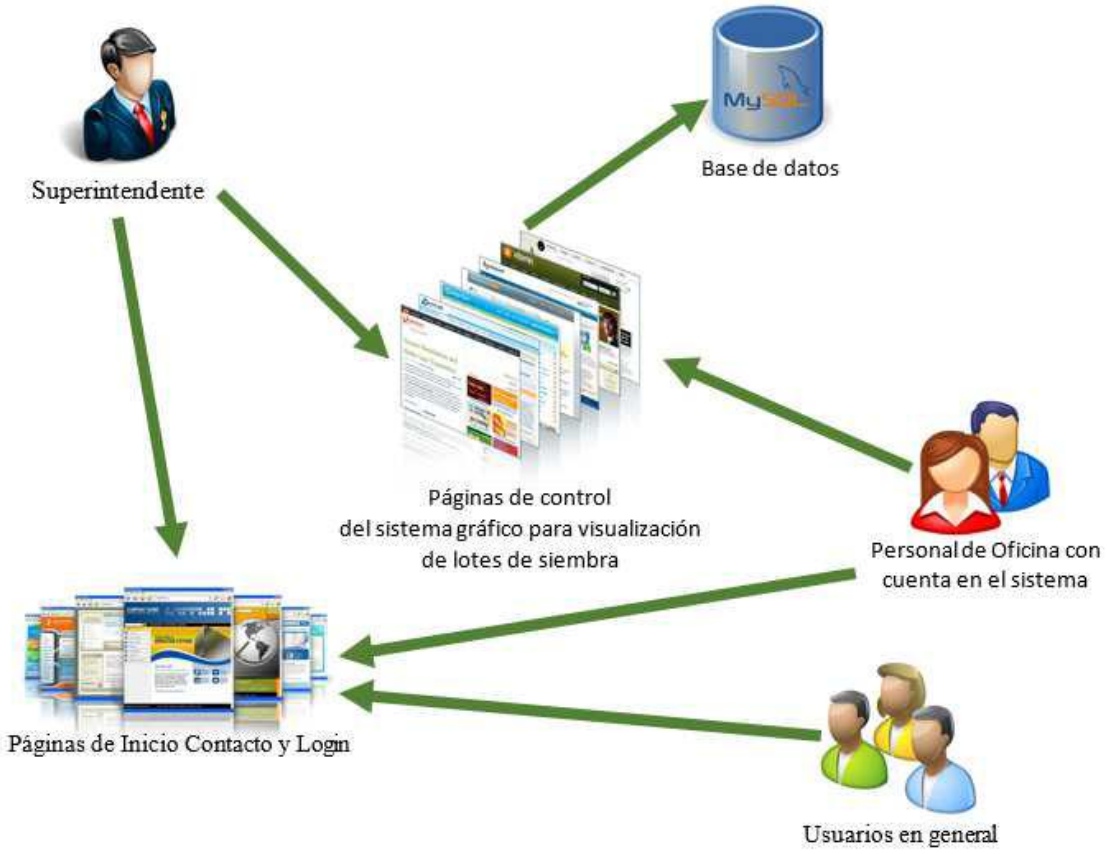


Figura 2 Mapa conceptual de los módulos.

El diagrama de funciones fundamentales muestra a través de flujos de datos las interacciones existentes entre los usuarios y el sistema. La burbuja central representa el sistema gráfico para visualización de campos de cultivo, los usuarios se representan por medio de rectángulos y se comunican con el sistema utilizando flujos de datos, los cuales son representados por flechas como se muestra en la Fig. 3.

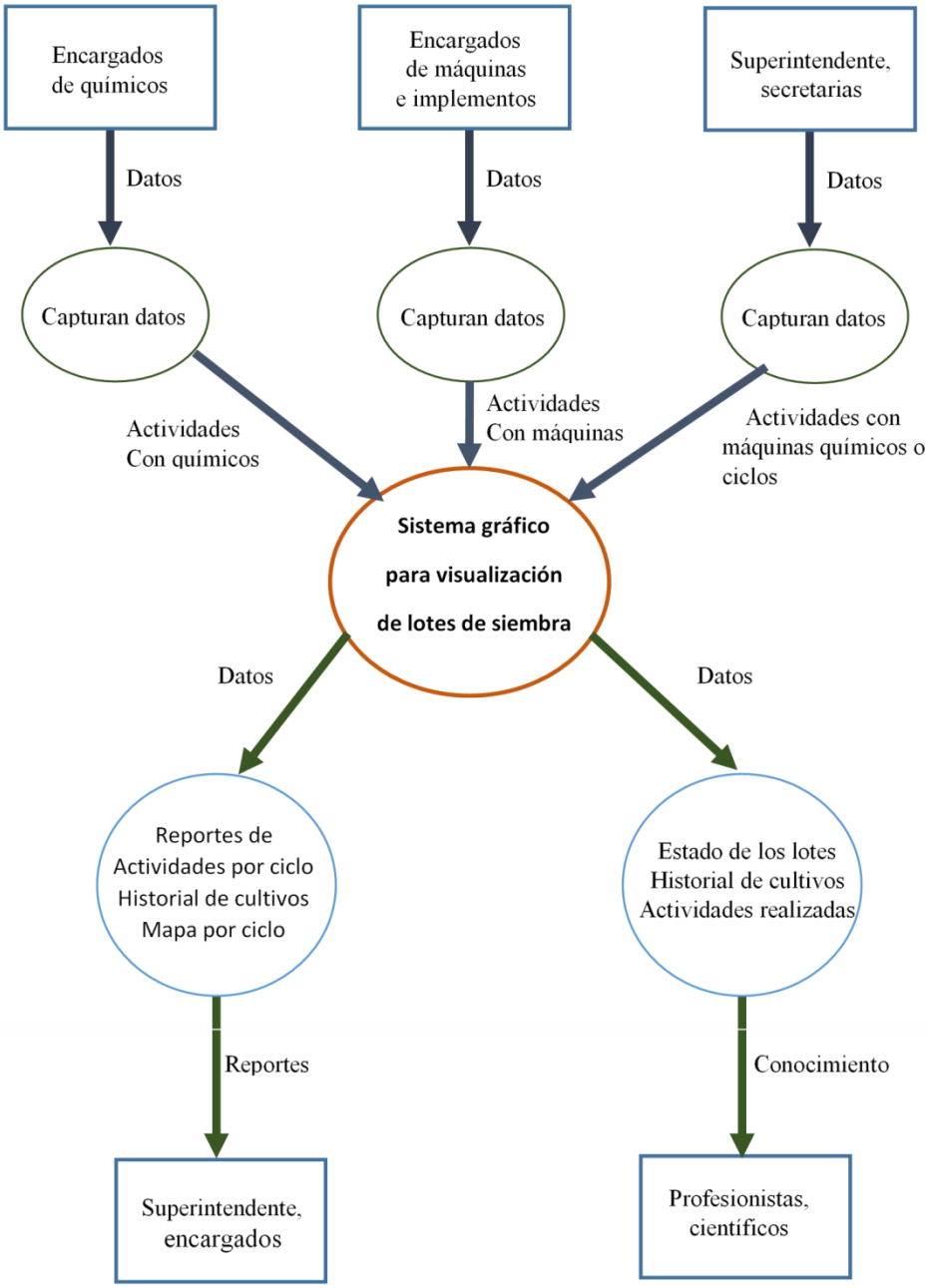


Figura 3 Diagrama de funciones fundamentales

La siguiente imagen (Figura 4) representa el modelo relacional de la base de datos que se utiliza para el monitoreo de lotes de cultivos

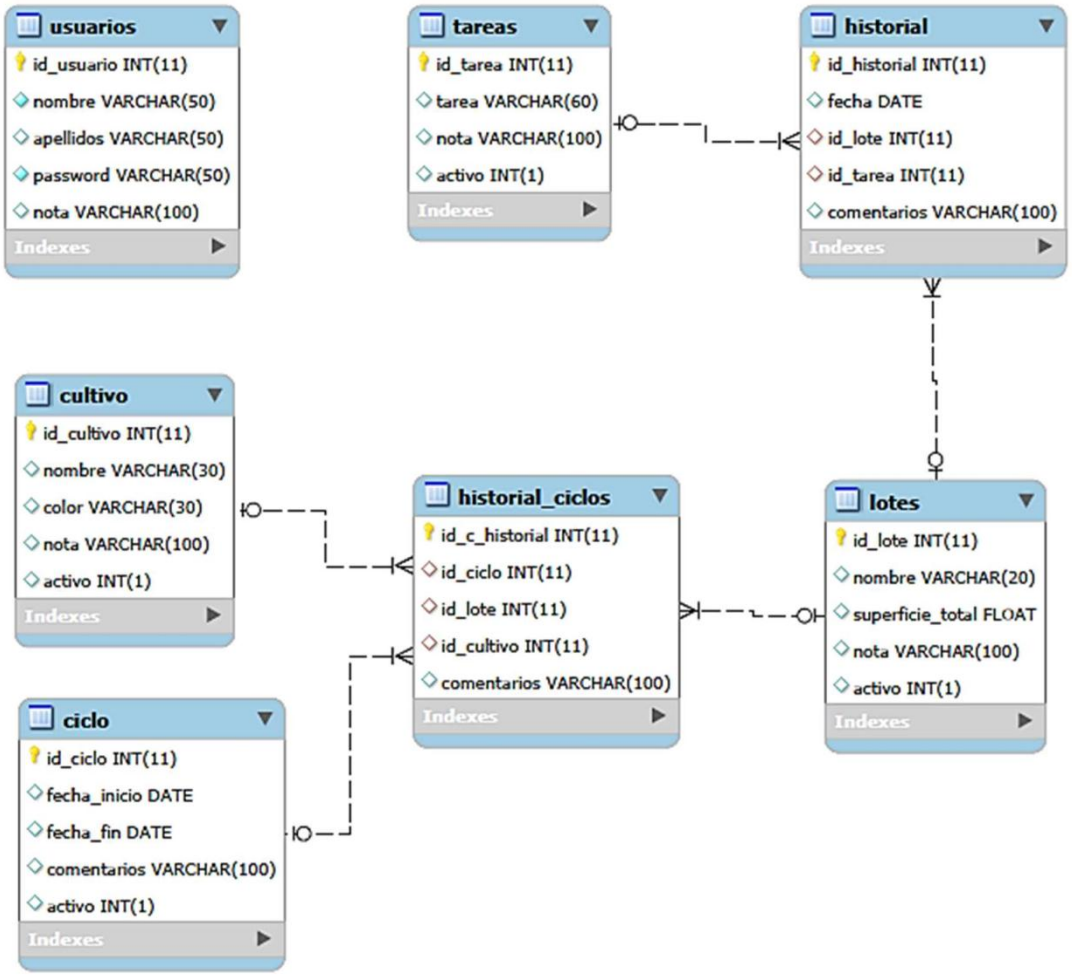


Figura 4 Diagrama de la base de datos

En la figura 5 se puede apreciar el diagrama de caso de uso del superintendente.

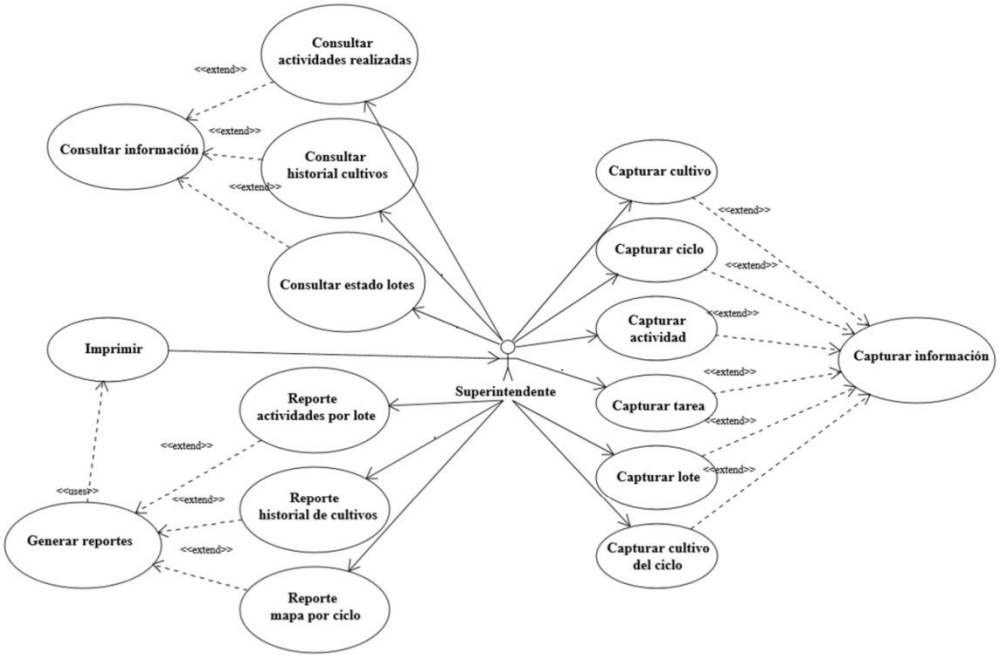


Figura 5 Diagrama de caso de uso del superintendente.

Resultados:

En la figura 6 se muestra el Mapa Histórico de los lotes, se despliega un mapa en el cual el usuario tiene dos opciones, puede consultar mediante un calendario a una fecha específica, o bien, mediante las flechas atrás adelante, este mapa corresponde también al reporte de mapa histórico.

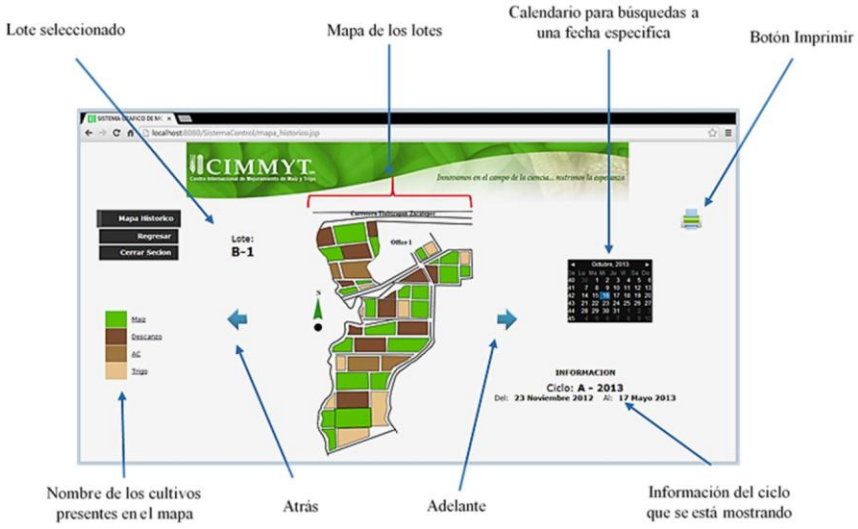


Figura 6 Mapa histórico.

En la figura 7 se muestra el historial de cultivos por lote, se despliega una página con información específica de cada lote, en la página se encuentra una línea histórica de los cultivos sembrados en el lote así como una gráfica de pastel donde se visualiza el tiempo que ha sido sembrado cada cultivo, también encontramos un mapa que muestra la ubicación del lote dentro de la estación experimental, esta página corresponde al reporte de historial de cultivos por lote.

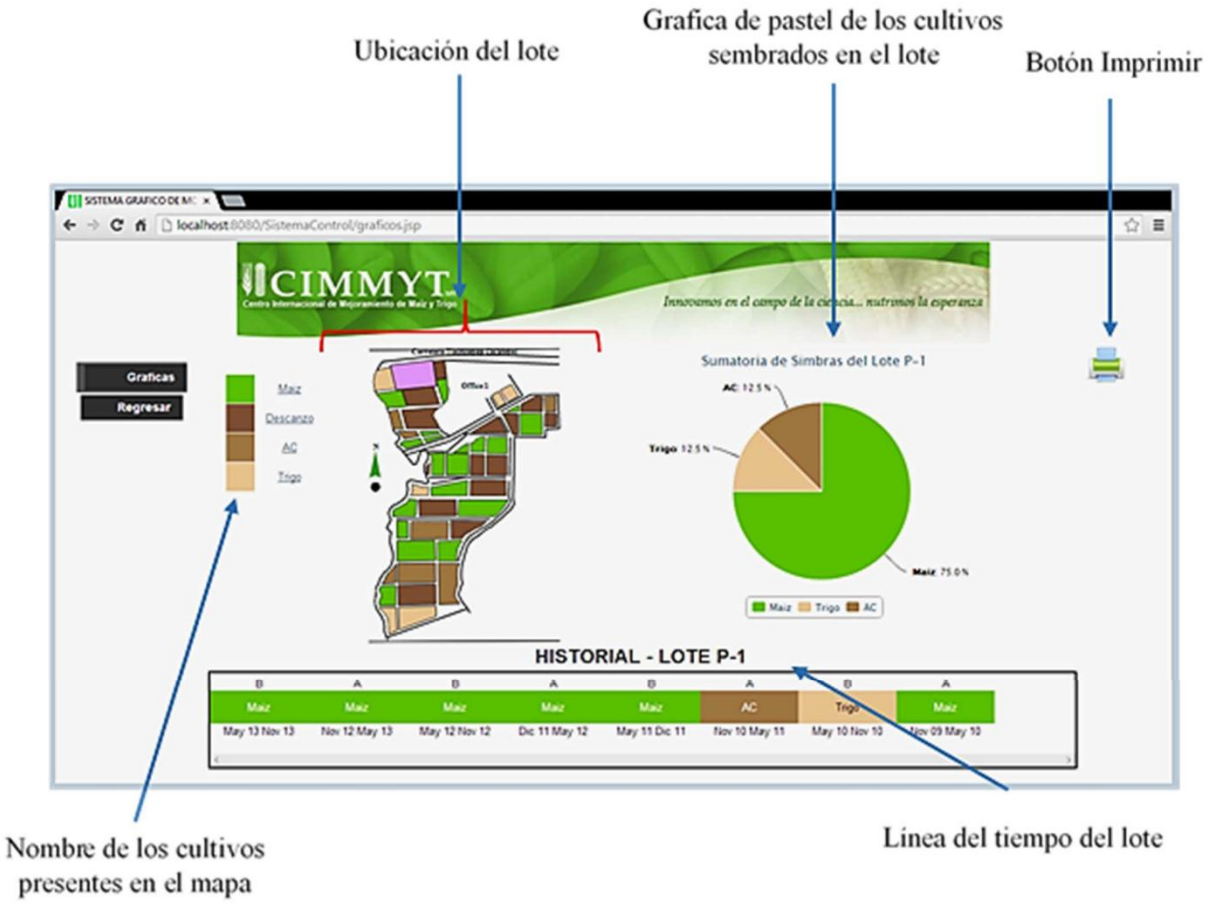


Figura 7. Historial de cultivos en el lote.

En la figura 8 se muestra el historial de actividades por ciclo, se despliega una página con el historial de actividades ordenadas por fecha ascendentemente, estas actividades corresponden al ciclo seleccionado, esta página corresponde al reporte de historial de actividades por ciclo.

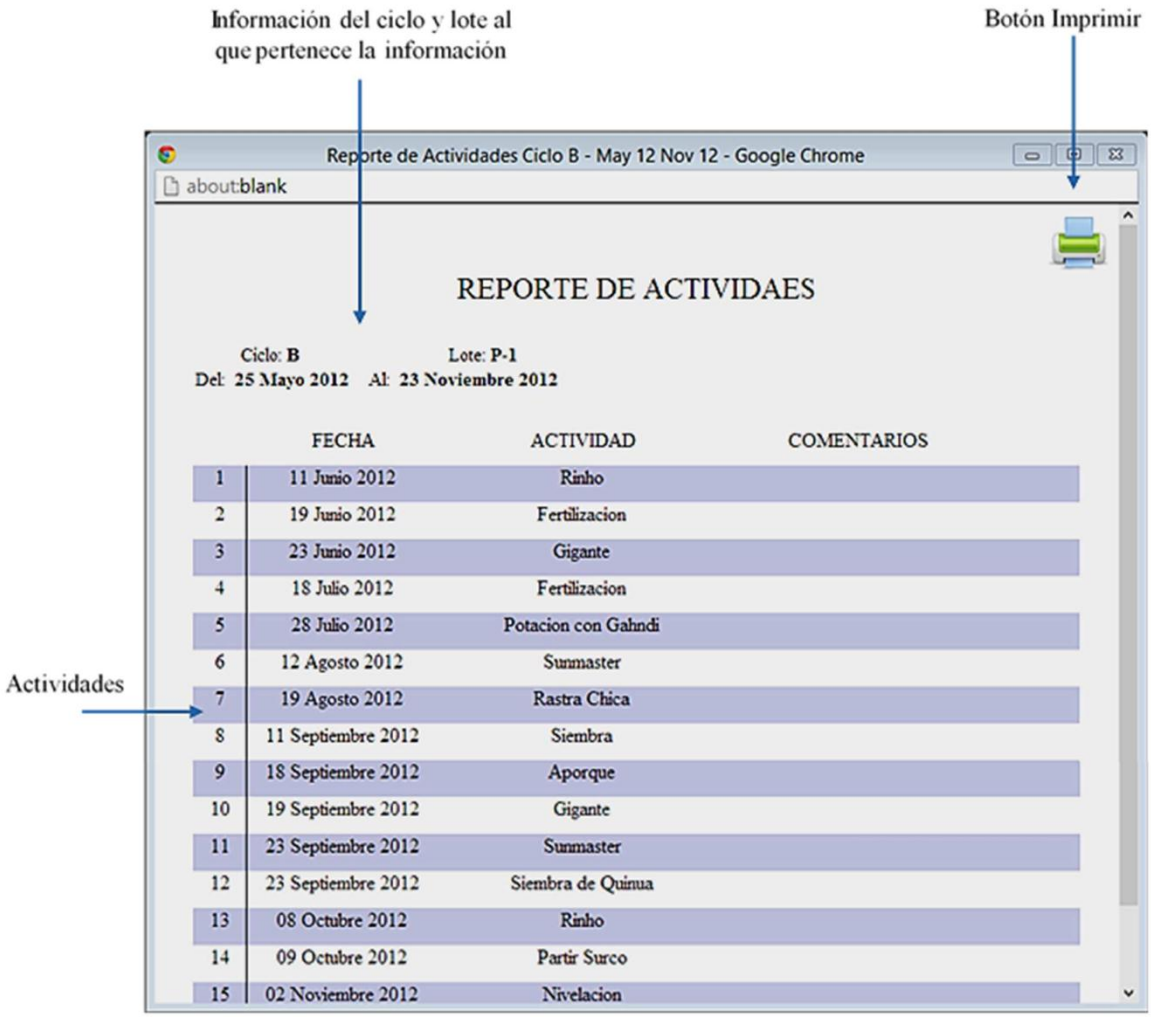


Figura 8. Historial de actividades por ciclo.

Conclusiones

El desarrollo e implementación del sistema gráfico para visualización de lotes de siembra, se llevó acabo en las instalaciones que ocupa la Estación Experimental Tlaltizapan, en el estado de Morelos. Para ser utilizado por los encargados y personal de oficina, así como de los científicos que trabajan en el CIMMYT.

De acuerdo al planteamiento del problema y tomando en cuenta los alcances y limitaciones se logran cumplir los objetivos propuestos, cubriendo las necesidades de los usuarios.

- Se mejoró la emisión de los reportes de actividades por lote agregando más información de los mismos

- Se logró disminuir el tiempo de la recopilación de la información para los distintos reportes
- Se logró hacer más rápida la consulta del estatus actual de los lotes de siembra, facilitando con esto la toma de decisiones más oportunas.
- Se creó una interfaz gráfica amigable para el control de los lotes de cultivo
- Se optimizó la consulta de información referente a los lotes de siembra, brindando a los científicos de información más confiable y precisa para el desarrollo de sus proyectos

Agradecimientos:

Le agradezco al CIMMYT por el apoyo para la realización de este trabajo.

A los profesores, Laura Villavicencio y a mí director de tesis Boris A. Aranda, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, por su apoyo y por su tolerancia.

Al Ing. Oscar Bañuelos quien me proporcionó toda la información para llevar a cabo este trabajo.

Referencias:

[1] Guillermo Ortiz-Ferrara. Tipos de maíz [en línea]. CIMMYT, 2013 [fecha de consulta: Abril del 2013].Disponible en <http://www.cimmyt.org/es/que-hacemos/investigacion-sobre-maiz>

[2] Margarita Contreras Padilla. Agricultura de conservación [en línea]. CIMMYT, 2012 [fecha de consulta: Abril del 2013].Disponible en <http://conservacion.cimmyt.org/>

[3] Paul Escobar B. Historia de la agricultura [en línea]. Encarta en línea, 2001 [fecha de consulta: Febrero del 2013].Disponible en <http://www.encartaenlinea.cl/universalhistoria/AgriculturaHistoria.htm>

[4] Luis Ortiz Catedral. Origen y desarrollo de la agricultura [en línea] [PDF]. Cuba agricultura [fecha de consulta: Abril del 2013].Disponible en

<http://www.cucba.udg.mx/anterior/sitiosinteres/coaxican/agricultura/origagri.htm>

[5] Nolberto Teuber K. Agricultura urbana [en línea]. Ciber enciclopedias, 2006 [fecha de consulta: Marzo del 2013].Disponible en <http://www.edurcal.cl/universalhistoria/AgriculturaHistoria.htm>

[6] Salatiel Barragán. Tipos de cultivos [en línea]. Wikimexico, Enciclopedia libre, 2012 [fecha de consulta: Marzo del 2013].Disponible en <http://www.wikimexico.com/wps/portal/wm/wikimexico/economia/tipos-de-cultivos-4>

[7] Juan Carlos Dumont. Maíz y trigo [en línea]. CIMMYT, 2013 [fecha de consulta: Febrero del 2013].Disponible en <http://www.cimmyt.org/es/>

[8] Fernández Alemán, José Luis. Scalable vector graphics (svg) [en línea]. W3C, 2013 [fecha de consulta: Mayo del 2013].Disponible en <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>

[9] Baños Navarro, Raúl. Gráficos vectoriales redimensiónales [en línea]. Wikipedia,La enciclopedia libre, 2013 [fecha de consulta: Abril del 2013].Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics>

[10] Francisco R. Villatoro. SVG Developer Center [en línea]. Adobe Developer Connection, 2013 [fecha de consulta: Abril del 2013].Disponible en <http://www.adobe.com/devnet/svg.html>

[11] Jeff Schiller. SVG [en línea]. Mozilla developer network, 2013 [fecha de consulta: Junio del 2013].Disponible en <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/SVG >

TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS EN LAS GRÁFICAS POR COMPUTADURA.

M. H. Tiburcio-Zúñiga [1], V. Bárcenas-Martínez [1], Y. Castrejón-Hernández [1],N.J. Ontiveros-Hernández [1], S. Espinoza-Salgado [1], J. A. Peña-Ramírez [1]

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y computación, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec, Morelos, México;mario.tz@itzacatepec.edu.mx, venancio.bm@itzacatepec.edu.mx , yanet.ch@itzacatepec.edu.mx, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, penita14@hotmail.com

***Área de participación**: Ciencias de la Computación*

Resumen – El presente articulo describe de forma simple un tema interesante aplicado al área delas gráficas por computadora. Se expresa las transformaciones geométricas en 2D y en 3D, definiendo sus expresiones matemáticas, la representación matricial de las mismas y una metodología básica para aplicarlas.

Introducción

Las Gráficas por computadora (Computer Graphics) constituyen una rama de las ciencias computacionales, que estudia los procedimientos para producir despliegues visuales en dispositivos de salida como el monitor de una computadora.

Prácticamente no existe un área del conocimiento en la actualidad, en la que no se apliquen las gráficas por computadora. Las computadoras son herramientas poderosas para producir imágenes en forma rápida y poderosa.

Sólo por enumerar algunas aplicaciones de las gráficas por computadora, se mencionan las siguientes:

- CAD/CAM
- Arte
- Gráficas de presentación (informes)
- Entretenimiento (cine, juegos)
- Educación y capacitación
- Visualización de información
- Procesamiento de imágenes
- Interfaces de usuario

Fundamento Teórico

Primitivas de graficación

Haciendo uso de primitivas de graficación como las que permiten dibujar pixeles, líneas, círculos, rectángulos, etc., se pueden crear una gran variedad de figuras y formas. Estas primitivas son los “ladrillos” en la construcción de despliegues gráficos por computadora.

Las formas y figuras gráficas se pueden alterar o manipular. Esto es posible al cambiar su tamaño o dimensión, o cambiar su posición. También se pueden rotar o reflejar. Inclusive es posible obtener un resultado combinado.

Ahora bien, ¿Cómo se llevan a cabo estas alteraciones y manipulaciones?. La respuesta es simple: aplicando transformaciones geométricas a las figuras u objetos deseados.

Definición

Se puede entonces definir una transformación geométrica como el procedimiento que altera la descripción de las coordenadas de los objetos. Estas coordenadas pueden definir objetos en 2D, sobre un plano cartesiano formado por los ejes coordenados X y Y, u objetos en 3D en el espacio definidos en un sistema formado por los ejes cartesianos X, Y y Z.

La figura (Figura 1) muestra un ejemplo de coordenadas en 2D y en 3D.

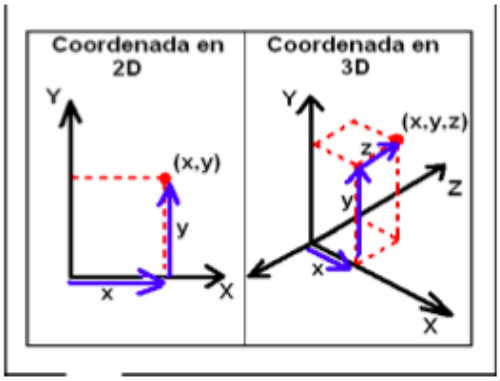


Figura 1. Coordenadas en 2D y 3D.

Las transformaciones geométricas que se tratan en este artículo son:

Transformaciones geométricas básicas en 2D

- Escalación
- Traslación
- Rotación

Transformaciones geométricas básicas en 3D

- Escalación
- Traslación
- Rotación en torno al eje X
- Rotación en torno al eje Y
- Rotación en torno al eje Z

Se describe en seguida cada una de las transformaciones Geométricas en 2D y 3D, indicando el nombre de la transformación, su función, los parámetros que la definen y las ecuaciones implicadas.

Las notaciones (x,y) y (x,y,z), representarán las coordenadas a transformar, y las notaciones (x',y') y (x',y',z'), representarán las coordenadas ya transformadas. En general una transformación se representará con las siguientes notaciones:

En 2D:

(1)

En 3D:

$$(x,y) \xrightarrow{T} (x',y') \quad (2)$$

Donde T representa la transformación geométrica que se aplica al vector de entrada (x,y) ó (x,y,z), para obtener el vector de salida (x',y') ó (x',y',z').

$$(x,y,z) \xrightarrow{T} (x',y',z')$$

Escalación 2D

La Escalación permite cambiar las dimensiones de un objeto (ver Figura 2). Requiere 2 parámetros:

Sx = Factor de Escalación en X
Sy = Factor de Escalación en Y

Donde si:

Sx, Sy > 1 aumenta la dimensión
Sx, Sy < 1 disminuye la dimensión
Sx, Sy = 1 se mantiene la dimensión

Es fácil notar, que si se desea mantener la proporción de un objeto, los factores de Escalación Sx y Sy deben ser iguales.

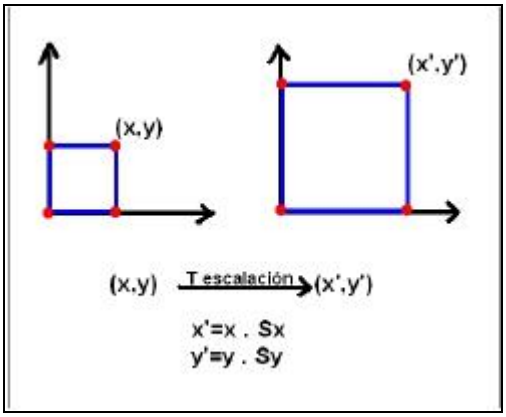


Figura 2. Escalación 2D

Traslación 2D

Permite cambiar la posición de un objeto, moviéndolo en línea recta desde una posición inicial a la posición final (ver Figura 3). Requiere 2 parámetros:

Tx = Desplazamiento en X
Ty = Desplazamiento en Y

Donde si:

Tx, Ty > 0 el desplazamiento es positivo
Tx, Ty < 0 el desplazamiento es negativo
Tx,Ty = 0 no hay desplazamiento

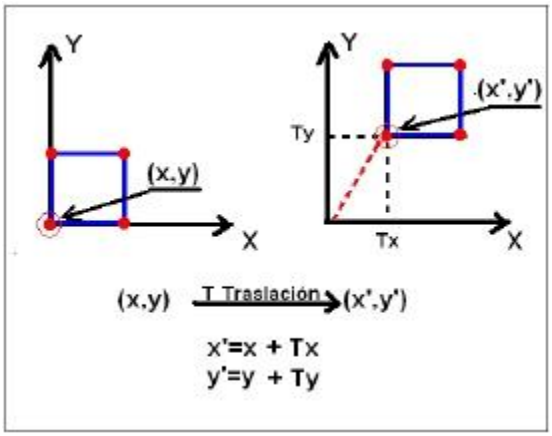


Figura 3 Traslación 2D

Rotación 2D

Permite rotar o girar un objeto en torno al origen un ángulo dado (ver Figura. 4). Requiere 1 parámetro:

θ = Ángulo de rotación

Donde si:

θ > 0 la rotación es contraria al sentido de las manecillas del reloj
θ < 0 la rotación es en el sentido de las manecillas del reloj
θ = 0 no hay rotación

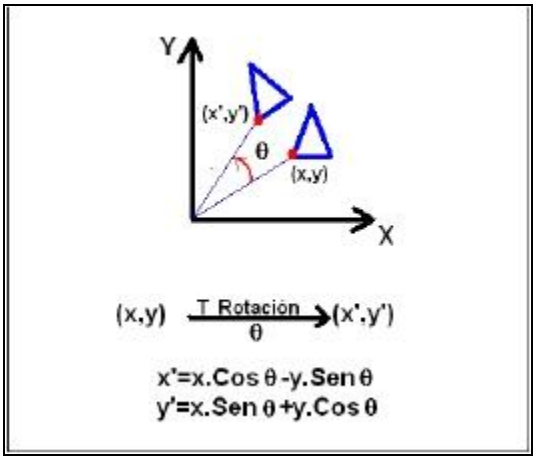


Figura. 4 Rotación 2D

Escalación 3D

Permite cambiar las dimensiones de un objeto (ver Figura 5). Requiere 3 parámetros:

Sx = Factor de Escalación en X
Sy = Factor de Escalación en Y
Sz = Factor de Escalación en Z

Donde si:

Sx, Sy, Sz > 1 aumenta la dimensión
Sx, Sy, Sz < 1 disminuye la dimensión
Sx, Sy, Sz = 1 se mantiene la dimensión

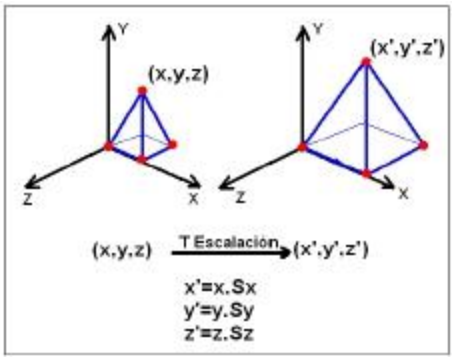


Figura. 5. Escalación 3D

Traslación 3D

Permite cambiar la posición de un objeto, moviéndolo en línea recta desde una posición inicial a una posición final (ver Figura 6). Requiere 3 parámetros:

Tx = Desplazamiento en X
Ty = Desplazamiento en Y
Tz = Desplazamiento en Z

Donde si:

Tx, Ty, Tz > 0 el desplazamiento es positivo
Tx, Ty, Tz < 0 el desplazamiento es negativo
Tx, Ty, Tz = 0 no hay desplazamiento

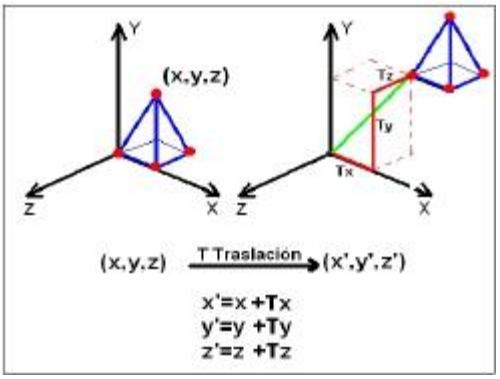


Figura 6 Traslación 3D

Rotación 3D en torno al eje X

Permite rotar o girar un objeto en torno al eje X un ángulo dado (ver Figura 7). Requiere 1 parámetro:

θ = Ángulo de rotación

Donde si:

θ > 0 la rotación es contraria al sentido de las manecillas del reloj
θ < 0 la rotación es en el sentido de las manecillas del reloj
θ = 0 no hay rotación

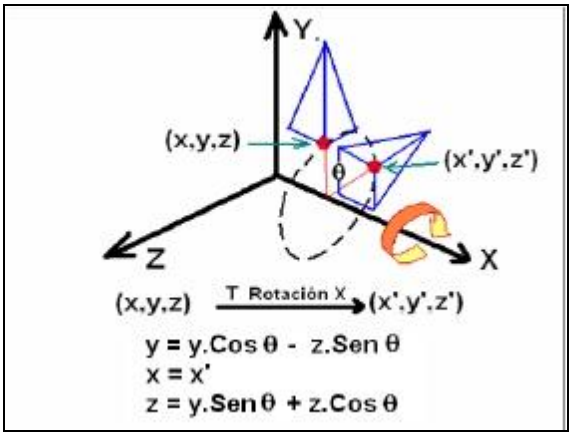


Figura 7 Rotación 3D en torno al eje X

En el caso de las rotaciones en torno a los ejes X, Y ó Z, es conveniente establecer una convención para establecer el sentido positivo de la rotación. Si el ojo del observador se ubica en el origen observando en la dirección positiva del eje de rotación, el sentido contrario a las manecillas del reloj corresponderá a una rotación positiva. Este sentido de rotación se puede corroborar más fácilmente con la regla de la mano izquierda: Si se indica el sentido positivo del eje de rotación usando el pulgar como lo ilustra la figura (ver Figura 8), entonces los dedos restantes indicarán la rotación positiva.

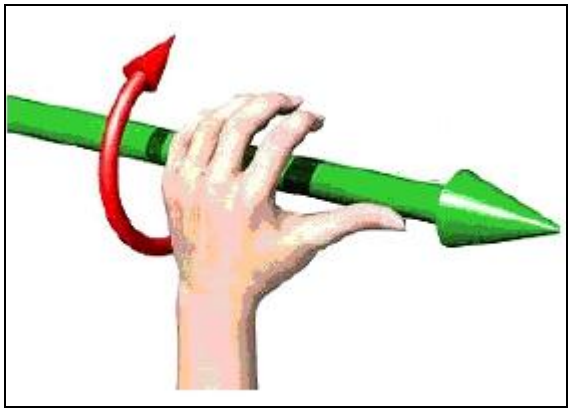


Figura. 8. Regla de la mano izquierda

Rotación 3D en torno al eje Y

Permite rotar o girar un objeto en torno al eje Y un ángulo dado (Ver Figura 9). Requiere 1 parámetro:

θ = Ángulo de rotación

Donde si:

θ > 0 la rotación es contraria al sentido de las manecillas del reloj

θ < 0 la rotación es en el sentido de las manecillas del reloj
θ = 0 no hay rotación

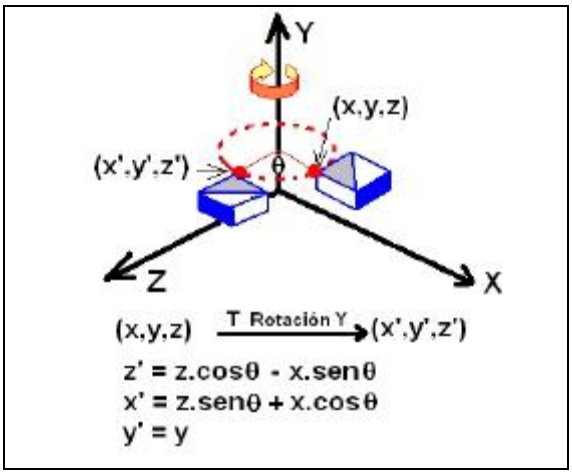


Figura 9. Rotación 3D en torno al eje Y

Rotación 3D en torno al eje Z

Permite rotar o girar un objeto en torno al eje Z un ángulo dado (ver Figura 10). Requiere 1 parámetro:

θ = Ángulo de rotación

Donde si:

θ > 0 la rotación es contraria al sentido de las manecillas del reloj
θ < 0 la rotación es en el sentido de las manecillas del reloj
θ = 0 no hay rotación

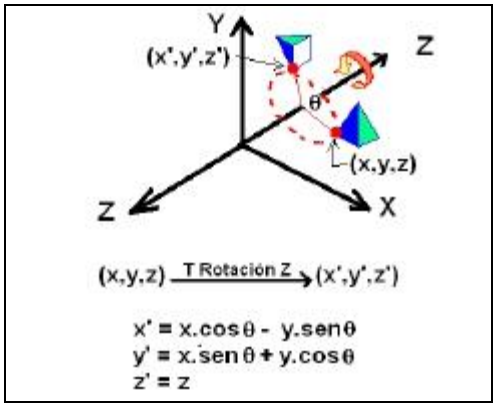


Figura 10. Rotación en torno al eje Z

Procedimiento general al aplicar una transformación geométrica

Cualquiera de las transformaciones geométricas listadas anteriormente, puede aplicarse a un objeto en 2D y 3D con los pasos siguientes:

1) Se debe tener la información de las coordenadas del objeto a transformar.

2) Se selecciona la transformación geométrica por realizar.

3) Se aplica la transformación seleccionada a cada una de las coordenadas del objeto a transformar, para obtener las coordenadas modificadas del mismo.

4) Si es el caso, se traza el objeto con las nuevas coordenadas, obteniéndose el objeto ya modificado.

Para ilustrar el procedimiento descrito, considérese un paralelogramo **A** (Ver Figura 11), definido por las coordenadas: A(0,0), B(2,0), C(2,2) y D(0,2). Se desea escalarlo al doble en su dimensión en X y al triple en su dimensión en Y. Puesto que la transformación requerida es la de Escalación, se ocuparán las ecuaciones indicadas en el cuadro **B**.

Las ecuaciones se aplican a cada coordenada (x,y) del paralelogramo **A**, obteniéndose las coordenadas (x',y') del paralelogramo transformado **C**.

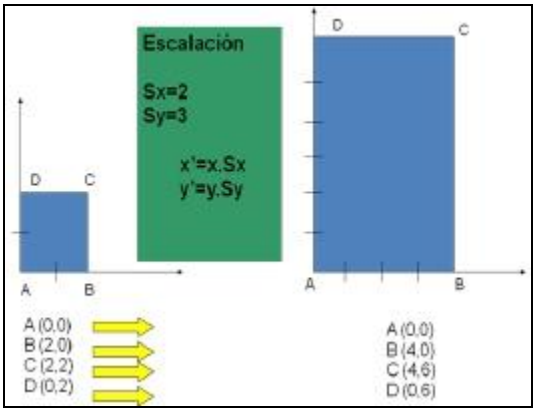


Figura 11. Ejemplo de una transformación geométrica

La fiigura siguiente (ver Figura 12), ilustra el efecto de aplicar a un objeto en 3D (pirámide) una transformación de rotación respecto al eje Y. La salida que se observa, fue generada por un programa en Java que aplica el procedimiento general de transformación en incrementos de 30 grados.

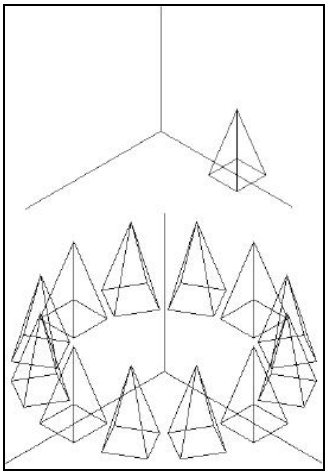


Figura 12 Efecto producido al aplicar una rotación respecto a Y en un objeto 3D

Representación matricial de transformaciones geométricas.

Las expresiones matemáticas que permiten obtener las coordenadas transformadas de un objeto a partir de sus coordenadas originales, pueden ser representadas en forma matricial. El uso de matrices proporciona la ventaja de realizar el cómputo de las transformaciones con simples multiplicaciones matriciales.

Lograr lo anterior, requiere representar las coordenadas de un objeto en forma homogénea.

Para el caso de una coordenada 2D (x,y), ésta se representa como (x,y,1) y para el caso de una coordenada 3D (x,y,z), se representa como (x,y,z,1). Las matrices serán entonces:

Escalación 2D

$$(x, y, 1)\begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', 1)$$

Traslación 2D

$$(x, y, 1)\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & 1 \end{bmatrix} = (x', y', 1)$$

Rotación 2D

$$(x, y, 1)\begin{bmatrix} \cos\theta & \operatorname{sen}\theta & 0 \\ -\operatorname{sen}\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', 1)$$

Escalación 3D

$$(x, y, z, 1)\begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', z', 1)$$

Traslación 3D

$$(x, y, z, 1)\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & T_z & 1 \end{bmatrix} = (x', y', z', 1)$$

Rotación 3D entorno a X

$$(x, y, z, 1)\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \operatorname{sen}\theta & 0 \\ 0 & -\operatorname{sen}\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', z', 1)$$

Rotación 3D entorno a Y

$$(x, y, z, 1)\begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\operatorname{sen}\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \operatorname{sen}\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', z', 1)$$

Rotación 3D entorno a Z

$$(x, y, z, 1)\begin{bmatrix} \cos\theta & \operatorname{sen}\theta & 0 & 0 \\ -\operatorname{sen}\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = (x', y', z', 1)$$

Resultados y Discusión

Combinación de transformaciones geométricas.

Muchas aplicaciones de las gráficas por computadora, requieren la combinación de transformaciones geométricas. Bastará con multiplicar las matrices correspondientes a las transformaciones geométricas a combinar en el orden correcto, obteniéndose una matriz de transformación compuesta. Un ejemplo de lo

anterior, es el siguiente:

Supóngase que se desea escalar un objeto al doble de su dimensión en X y al triple de su dimensión en Y. Al mismo tiempo se desea rotarlo 45 grados y trasladarlo 7 unidades en X y 8 en Y. La combinación de transformaciones requerida estará dada por el siguiente producto matricial:

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos 45 & \operatorname{sen} 45 & 0 \\ -\operatorname{sen} 45 & \cos 45 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 7 & 8 & 1 \end{bmatrix}$$

Las matrices utilizadas son Escalación, Rotación y Traslación respectivamente.

El resultado de la multiplicación anterior, será una matriz de orden 3x3 que constituirá la matriz de transformación compuesta solicitada:

$$\begin{pmatrix} 1.41 & 1.41 & 0 \\ -2.12 & 2.12 & 0 \\ 7 & 8 & 1 \end{pmatrix}$$

Si esta matriz se multiplica por cada una de las coordenadas que describen un objeto como A (ver Figura 13).

(0,0), (3,0), (3,3), (0,3)

Se obtendrán las coordenadas transformadas que corresponden al objeto B:

(7,8), (11.24,12.24), (4.88,18.61), (0.64,13,36).

Obsérvese que efectivamente el objeto B es el resultado de Escalar, Rotar y Trasladar el objeto A.

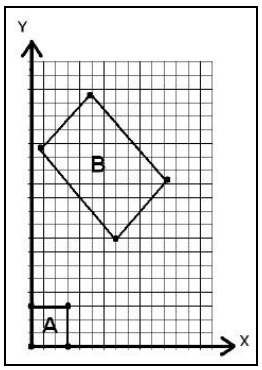


Figura 13. El objeto B se obtiene a partir del objeto A aplicando una Transformación compuesta.

Se puede notar como la combinación de transformaciones geométricas a través de una multiplicación de matrices, dando como resultado una única matriz de transformación compuesta, reduce operaciones matemáticas y por consecuencia tiempo de ejecución cuando el procedimiento se aplica en un programa por computadora.

Conclusiones

El conocimiento de las transformaciones geométricas, fundamenta matemáticamente la escritura de programas para generar gráficos de objetos en 2D y 3D, dimensionándolos, escalándolos y posicionándolos en el contexto de despliegue gráfico.

La animación por computadora y el modelado geométrico, son un claro ejemplo del gran potencial que representa el uso de las transformaciones geométricas. En trabajos futuros se pretende ilustrar el uso de las matrices de transformación, implementándolas en un lenguaje de programación como el Java.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo al Instituto Tecnólogico de Zacatepec y al cuerpo colegiado.

Referencias

1. Francis. S. Hill Jr. Macmillan, Computer Graphics
2. Hearn, Pauline, Gráficos por computadora, Prentice Hall
3. Marc Berger, Graficación por computador, Addison-Wesley Iberoamericana
4. Fox. Waite, Gráficos Animados por Computadora, Mc. Graw Hill

ANÁLISIS DEL TPDA DEL TRAMO CARRETERO LA PERA-CUAUTLA EN EL EDO DE MORELOS (EN SU TRAMO INICIAL DE 2 CARRILES Y EL CRUCE DE SU PLAZA DE COBRO (TEPOZTLÁN KM 7+ 960)

A. Soto-Huicochea[1], C. Arenas[1,2], M. A. Hernández[1,3], E. Dorantes[1,4], J. Zúñiga[1,5]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec – arasohui@hotmail.com; [2]Construcción -cjal87_@hotmail.com ; [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec- Alicia.hf@itzacatepec.edu ; [4]Instituto Tecnológico de Zacatepec – ericka_rd@hotmail.com; [5]Instituto Tecnológico de Zacatepec – jacque_zd@hotmail.com.

Área de participación: VIAS TERRESTRES

Resumen

En la actualidad, la aplicación de planeación estratégica a un proyecto de cualquier índole es o debería ser impredecible, debido a que la planeación genera factores tanto favorable, como desfavorables, y partiendo de esto se puede definir la ruta con el propósito de obtener los mejores resultados posibles.

Por lo que se requiere como parte integral del análisis del TPDA de la autopista La Pera-Cuautla el desarrollo de los estudios de tránsito que permitan determinar el comportamiento del sistema bajo las condiciones existentes y definir las características y el funcionamiento del tramo carretero. Con esta base se puede establecer, que el desarrollo de estos estudios permiten definir los elementos indispensables en el rediseño de estructuras de pavimentos, en la evaluación económica, en la definición de los parámetros de diseño geométrico de las intersecciones y en el análisis de capacidad de flujo de vehículos, como resultado de la simulación del sistema de tránsito actual y el sistema de transporte proyectado.

Conocer el funcionamiento actual de la vía sobre la cual circulará y se transitará para determinar las condiciones de funcionamiento actual y poder compararlo con la condición futura.

Introducción

Al proyectar una calle o carretera, la selección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

El cometer errores al obtener TPDA ocasionará que el tramo carretero o calle funcione:

a) Con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó

b) Con problemas de congestionamiento por volúmenes de tránsito altos muy superiores a los proyectados.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos específicos dentro de un sistema vial.

Estos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio prestado a los usuarios.

Los volúmenes de transito siempre deben de ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar, prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control de tránsito y labor preventiva, así como la de conservación. Por ejemplo, si se sabe que en semana santa se va a tener el mayor número de accidentes de tránsito, se debe planear una campaña preventiva para actuar antes y durante esa semana.
Por otro lado, en esta semana no se debe realizar trabajos de reparación normal en la calle o carretera pues pueden estorbar o resultar peligrosos.
Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de transito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, es también importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

Al realizar un buen estudio se logra alcanzar los objetivos y decisiones futuras de una planeación de una vía terrestre, que actuara de manera conveniente para cumplir con los propósitos fundamentales en cuanto a calidad, confianzas y confort deseado.

Se realiza la planeación en base a los factores actuales; esto significa que se observa durante un tiempo establecido la cadena de causas, consecuencias y efectos relacionados en dicha vialidad, también se toman en cuenta las posibles alternativas las cuales se convierten en un nuevo fundamento que requiere de procesos, procedimientos y técnicas para lograr mejores resultados de un proyecto.

La idea no es que los planes deberían cambiarse a diario, sino que la planeación debe efectuarse en forma continua y ser apoyada por acciones apropiadas cuando sea necesario.
El tramo carretero para este caso de aplicación se ubica en los municipios de Tepoztlán, Yautepec y Cuautla, en el Estado de Morelos, que a su vez pertenece a la región Centro del País (figura 1). Las poblaciones de la región están dedicadas principalmente a actividades agrícolas, ganaderas, turísticas e industriales.

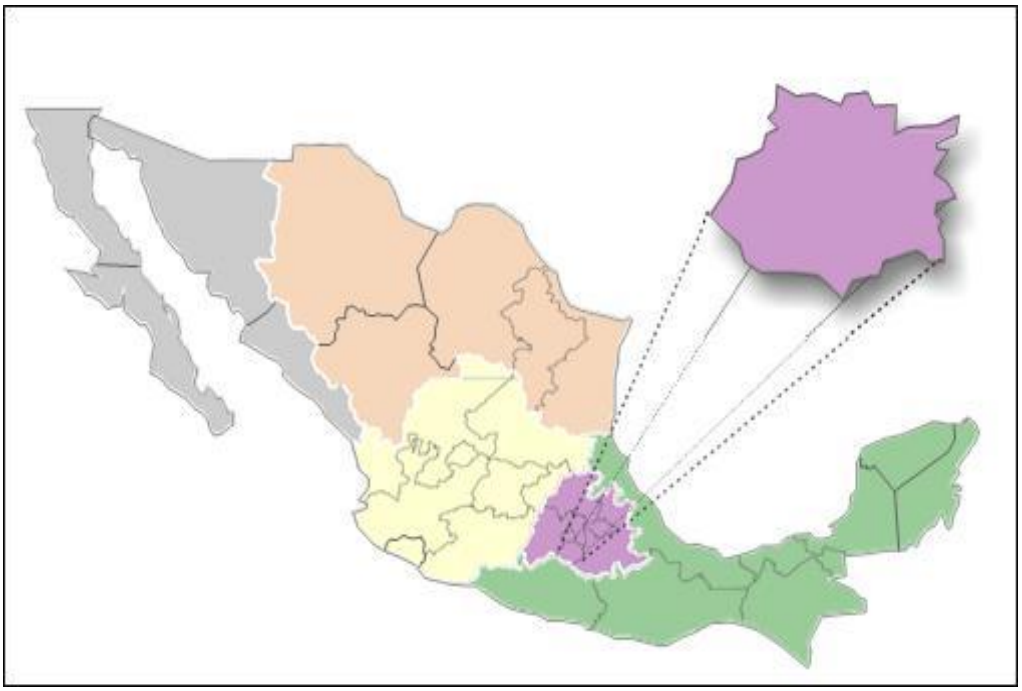


Figura 1.Ubicación regional del estado Morelos. Fuente: http: Análisis Costo Beneficio.

La autopista fue puesta en servicio en 1965, y desde entonces ha sido operada y conservada por Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), con pocos cambios en sus condiciones originales. En el año 2000 fue concesionada por 20 años al FARAC (hoy FONADIN).

Dentro de la red nacional de carreteras, la autopista La Pera-Cuautla está identificada como MEX-106D, y sirve de enlace entre la autopista México-Cuernavaca y la carretera Chalco- Cuautla, tal como se muestra en la figura 2.

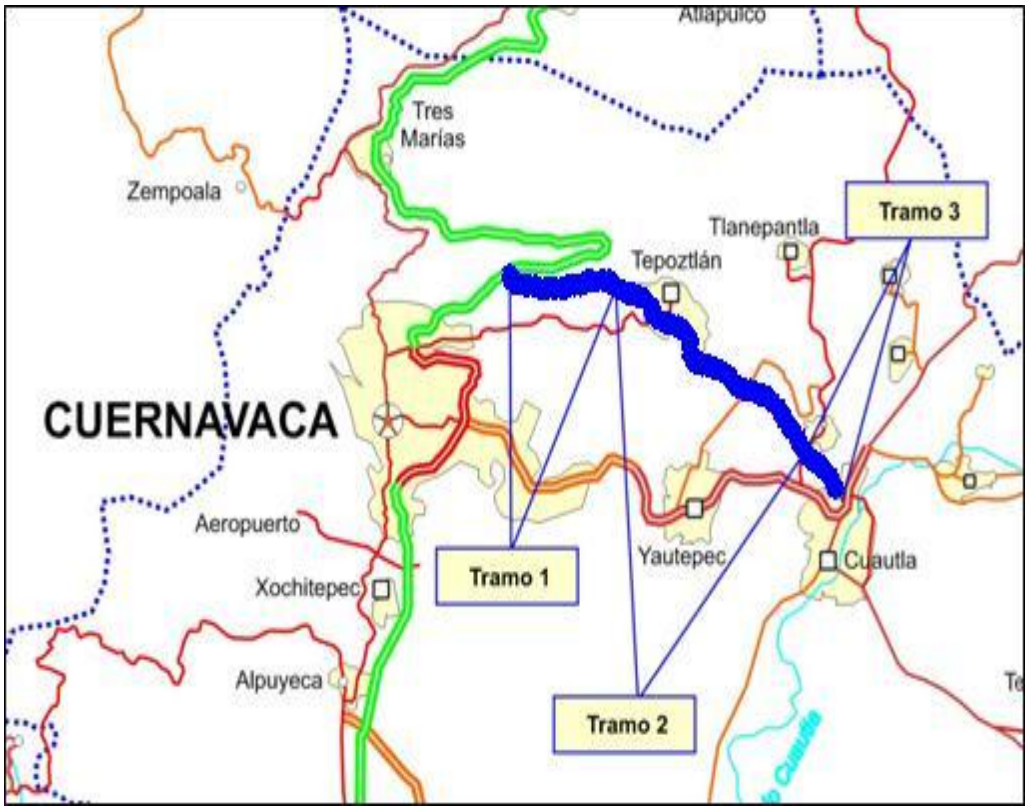


Figura 2. Carretera: Autopista la Pera- Cuautla. Fuente: Análisis Costo Beneficio.

La carretera, cuenta únicamente con 2 carriles de circulación y presenta una fuerte pendiente continua en el tramo del km 1+000 al km 21+000, asimismo, la autopista opera de manera deficiente durante horas y días pico, en especial en:

1. Su tramo inicial de 2 carriles y
2. En el cruce de su plaza de cobro (Tepoztlán km 7+960)

Tomándose en cuenta el punto numero 2: “LA CASETA DE COBRO EN TEPOZTLAN KM 7+960, para efectos de estudio de este caso práctico.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico

El volumen de tránsito: Es el número de vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
Existen diversas formas para obtener los recuentos de volúmenes de tránsito, para lo cual se ha generalizado el uso de aparatos de medición de diversa índole. Los aforos por combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores: Detectores neumáticos, Contacto eléctrico, Radar, Magnético, Ultrasónico.
Los métodos de aforos manuales**.** Son realizados por uno o más**,** para recopilar datos en lugares específicos, puede emplearse de manera que se observe y obtenga la información detallada de:

1. Clasificación vehicular (camiones por tamaño, peso, número de ejes, etc., autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas).
2. Movimientos direccionales en una intersección o en una entrada.
3. Dirección del recorrido.
4. Procedencia de los vehículos por medio de las placas.
5. Movimientos peatonales en los pasos de peatones y en las aceras y/o clasificación por edad (escolar o adulto).
6. Uso de carril y/o longitud de colas.
7. Número de pasajeros por vehículo (ocupancia).
8. Obediencia a los dispositivos para el control de tránsito.

En su forma más simple el aforo manual requiere de una persona con un lápiz, anotando rayas en una hoja de campo. En intersecciones con bajo volumen, todos los movimientos incluyendo la clasificación vehicular pueden ser anotados por una sola persona, utilizando una hoja de campo como la mostrada en figura.

La tasa de flujo: es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
La demanda: es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico.

Capacidad: Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico.

Tabla 1. Clasificación de vehículos. Fuente. http://www.sct.gob.mx. Elaboración propia.

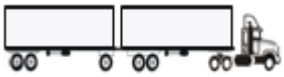
Clase	Clasificación
Autobús	B
Camión unitario	C
Camión remolque	C-R
Tracto camión articulado	T-S
Tracto camión doblemente articulado	T-S-R y T-S-S

En los estudios de volúmenes de transito muchas veces es útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes con respecto al volumen total. Por ejemplo, porcentaje de automóviles, de autobuses y de camiones.

Tabla 2. Características y especificaciones del transporte federal terrestre mediante las normas de la SCT Morelos. Fuente: http://www.sct.gob.mx. Elaboración propia.

AUTOBÚS (B)			
NOMENCLATURA	**NUMERO DE EJES**	**NUMERO DE LLANTAS**	**CONFIGURACION DE VEHICULO**
B2	2	6	
B3	3	8 ó 10	
B4	4	10	
CAMION UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	**NUMERO DE EJES**	**NUMERO DE LLANTAS**	**CONFIGURACION DE VEHICULO**
C2	2	6	
C3	3	8 ó 10	
CAMIÓN- REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	**NUMERO DE EJES**	**NUMERO DE LLANTAS**	**CONFIGURACION DE VEHICULO**
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

TRACTOCAMION SEMIREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	**NUMERO DE EJES**	**NUMERO DE LLANTAS**	**CONFIGURACION DE VEHICULO**
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	

T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2[(1)]	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4(1)	9	34	
T2-S2-S2	6	22	

T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	
Las configuraciones T3-S2-R2 y T3-S2-R4 podrán comprender un semirremolque de tres ejes con eje retráctil, siempre y cuando no se exceda el número máximo de ejes autorizado ni el peso bruto vehicular máximo para el T3-S2-R2 y T3-S2-R4 respectivamente. En todo caso, dicho eje retráctil deberá estar levantado durante la circulación del vehículo.			

Resultados y Discusión

La distribución de los volúmenes tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica.

Es importante conocer la variación del volumen del tránsito dentro de las horas pico y cuantificar la duración de los flujos máximos (qmáx), para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos períodos durante el día. Para la hora de máxima demanda se llama Factor de la hora de máxima demanda (FHMD) o Factor de HORA PICO.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora misma.

Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD)

$$FHMD = VHMD/N * (qmáx)$$

Dónde:

N: Número de períodos durante la hora de máxima demanda (HMD)
Qmáx: Flujo máximo (número de vehículos)

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5,10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia.

$$FHMD = VHMD/4 * (qmáx)$$ Para períodos de 15minutos

$$FHMD = VHMD/12 * (qmáx)$$ Para períodos de 5 minuto**s**

El FHMD es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica cómo están distribuidos los flujos máximos durante la Hora Pico. Su mayor valor es la unidad (FHMD=1), lo que significa que hay una distribución

uniforme durante la hora. Valores bastantes menores a la unidad indican concentraciones de flujo máximos en períodos cortos dentro de la hora. En dependencia de las fluctuaciones vehiculares dura la hora pico, se afectará el volumen de tránsito de diseño por este factor. Al hacerlo se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución: reconstrucción, mejoramiento o ampliación de la vía.
En general se considera que cuando el FHMD<0.85, las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.

En la tabla 3, se muestra una descripción y la figura 3 se muestra una referencia de la caseta en el tramo carretero: Autopista La Pera-Cuautla, en su sección tramo no. 1.

Tabla 3. Características de la carretera: Autopista la Pera- Cuautla. Fuente: SCT

Concepto	1. Del km 0+000 al km 9+900	2. Del km 9+900 al km 27+200	3. Del km 27 +200 al km 34+200
Longitud (km)	9.9	17.3	7.0
Tipo de carretera	B	B	A
Número de carriles	2	2	4
Ancho de sección (m)	10.0	10.0	20.0
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío	Plano
Estado físico	Regular	Regular	Regular

Figura 3. Caseta de cobro Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Análisis Costo Beneficio

En la tabla 4 se muestra un registro de aforos de los años 2001-2012 de los vehículos que transitan por la carretera: Autopista la Pera-Cuautla (caseta de cobro en el km 7+960).

Tabla 4. Resumen de Aforo vehicular Carretera: Autopista la Pera-Cuautla (caseta de cobro en el km 7+960). Fuente: SCT

Tabla de resumen del TPDA: Autopista la Pera-Cuautla (caseta de cobro ubicada en el KM 7+960 Tepoztlan, Mor.)																			
AÑO	TPDA	ANUAL	M	A	AR	B	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	VNC	A	B	C	ANUAL
2001	6666	2437431		2024996	1529	207915	66261	26657	1094	34485	8362	1314	7150	16412	41256	2026525	207915	161735	2437431
2002	7088	2587081		2142103	2587	250947	54329	25871	2587	31045	7761	0	12935	0	56916	2144690	250947	134528	2587081
2003	7418	2707738		2260961	2708	265358	54155	24370	2708	27077	8123	0	13539	0	48739	2263669	265358	129971	2707738
2004	7960	2855480		23789	2837	25698	56875	23876	2865	28760	8539	0	0	0	46578	26626	25698	120915	2855480
2005	8115	2962083		2523695	2962	245853	59242	23697	2962	29621	8886	0	0	23697	41469	2526657	245853	148104	2962083
2006	8620	3146237		2683740	3146	251699	62925	25170	3146	31462	9439	0	0	31462	44047	2686886	251699	163604	3146237
2007	9000	3285170		2818676	3285	236532	68989	32852	3285	39422	16426	0	0	36137	29567	2821961	236532	197110	3285170
2008	9581	3506639		3015710	0	234945	77146	38573	3507	45586	17533	3507	0	42080	28053	3015710	234945	227932	3506639
2009	10024	3658892		3168600	3659	215875	84155	43907	3659	43907	18294	3659	0	43907	29271	3172259	215875	241487	3658892
2010	10740	3920240		3379247	7840	203852	109767	50963	3920	54883	19601	3920	0	47043	39202	3387087	203852	290098	3920240
2011	11173	4078000	20390	3543782	4078	199822	89716	48936	4078	57092	16312	8156	0	48936	36702	3547860	199822	273226	4078000
2012	12575	4602601	23013	3999660	4603	211720	101257	55231	4603	69039	23013	9205	0	55231	46026	4004263	211720	317579	4602601

Para trabajos de estudios se analizará el año 2012 y en la tabla 5 se muestra el total de vehículos por mes y porcentajes del tránsito de la Autopista: la Pera - Cuautla.

Tabla 5. Vehículos por mes. Fuente: SCT

Mes	Porcentaje	N. de Vehiculos.
Enero	7,9	363605
Febrero	8,0	368208
Marzo	8,8	405029
Abril	8,9	409631
Mayo	8,0	368208
Junio	7,4	340592
Julio	8,4	386618
Agosto	8,0	368208
Septiembre	7,8	359003
Octubre	8,3	382016
Noviembre	8,7	400426
Diciembre	9,8	451055
Suma	100	4602601

Cálculo del índice promedio diario

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

$$TPDA = \frac{TA}{366} = \frac{4602601}{366} = 12{,}575 \text{ Vehiculos mixtos}$$

En la tabla 6 y figura 4, se muestran la variación del tránsito promedio diario anual de mayor afluencia vehicular en un día.

Tabla 6. Tránsito de vehículos en un día en lapsos de 1hora en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia

VARIACION HORARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO CARRETERA: LA PERA - TEPOZTLAN (caseta de cobro km. 7+960) Domingo 23 de Diciembre del 2012						
HORA DEL DIA						
	MOTOS	VNC	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	TOTAL
00:00 - 01:00	6	11	179	52	28	277
01:00 - 02:00	1	3	136	13	29	183
02:00 - 03:00	9	19	98	85	29	240
03:00 - 04:00	6	11	141	52	21	231
04:00 - 05:00	2	4	209	20	25	260
05:00 - 06:00	1	1	217	7	22	248
06:00 - 07:00	1	1	486	7	20	515
07:00 - 08:00	3	6	869	26	23	927
08:00 - 09:00	1	3	1095	13	20	1132
09:00 - 10:00	1	3	963	13	19	999
10:00 - 11:00	2	4	1069	20	19	1115
11:00 - 12:00	3	6	1163	26	21	1219
12:00 - 13:00	3	6	1142	26	25	1202
13:00 - 14:00	3	6	1295	26	23	1353
14:00 - 15:00	6	13	1248	59	26	1352
15:00 - 16:00	6	11	1410	52	31	1511
16:00 - 17:00	4	9	1385	39	29	1466
17:00 - 18:00	6	13	1406	59	28	1513
18:00 - 19:00	4	9	1304	39	36	1392
19:00 - 20:00	9	19	1121	85	33	1267
20:00 - 21:00	5	10	963	46	31	1055
21:00 - 22:00	7	14	567	66	28	682
22:00 - 23:00	2	4	307	20	25	358
23:00 - 24:00	4	9	315	39	31	398
TOTAL	**97**	**194**	**19088**	**892**	**624**	**20895**
POR CIENTO	**0,46%**	**0,93%**	**91,4%**	**4,3%**	**3,0%**	**100%**

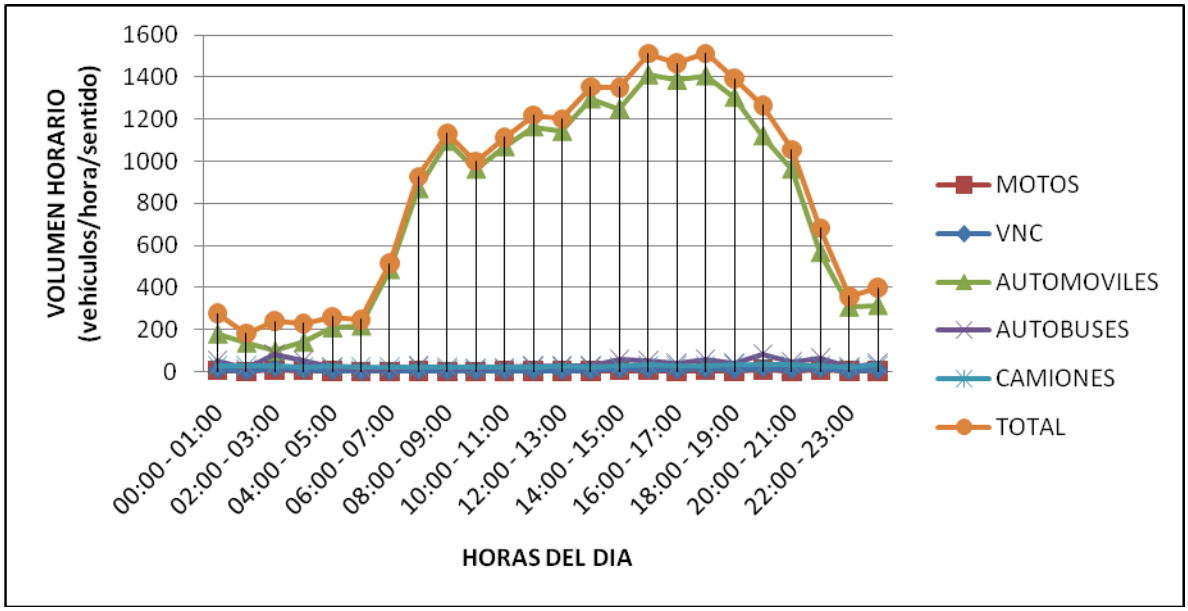


Figura 4. Tránsito de vehículos en un día en lapsos de 1hora en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia.

Promedio de la semana

Descripción de la semana 51 con mayor flujo vehicular, tabla 7 y figura 5. En la tabla 17 se muestra las semanas del año 2012

$$TPDS = \frac{102{,}057}{7} = 14{,}579 \text{ Vehiculos mixtos}$$

Tabla 7. Variacion del volumen de transito promedio semanal en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia.

VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO Carrtera: Autopista La Pera - Cuautla (caseta de cobro km. 7+960) Sentido: Hacia Cuautla Fecha: Del 17 al 23 de Diciembre.						
DIA DE LA SEMANA	Vehículos por sentido					
	Motos	VNC	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
LUNES	71	143	12270	657	1062	14203
MARTES	66	132	9550	608	1117	11474
MIERCOLES	60	120	8956	551	1051	10739
JUEVES	56	113	9609	519	1128	11426
VIERNES	75	150	12959	689	1166	15039
SABADO	85	169	16356	778	893	18281
DOMINGO	97	194	19088	892	624	20895
TOTAL	**510**	**1021**	**88789**	**4695**	**7042**	**102057**
PORCIENTO	0,50	1,00	87,00	4,60	6,90	100

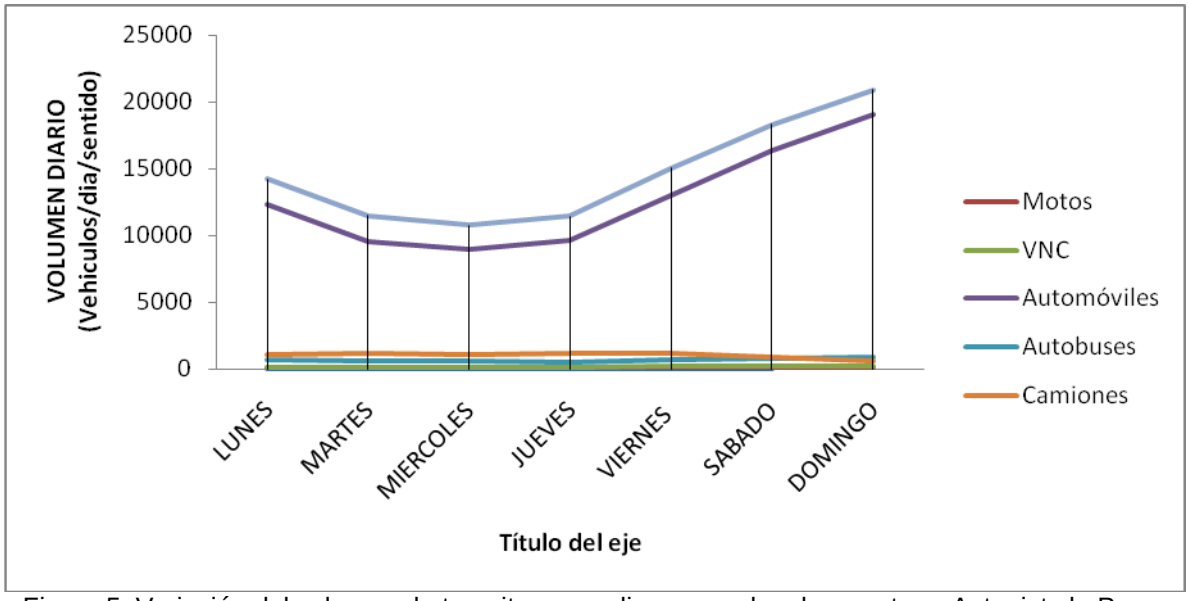


Figura 5. Variación del volumen de transito promedio semanal en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Variación del volumen de transito promedio semanal de todo el año en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia.

Mes (N. de dias)	Semana Numero	Transito Semanal
Enero (31)	1	88467
	2	95946
	3	94151
	4	85042
	5	87421
Febrero (28)	6	98357
	7	87546
	8	94885
	9	99472
Marzo (31)	10	93059
	11	109831
	12	102666
	13	39722
	14	91746
Abril (30)	15	110249
	16	89026
	17	78889
	18	89870
Mayo (31)	19	93410
	20	90070
	21	94858
	22	81505
Junio (30)	23	85237
	24	85617
	25	88233
	26	72269
Julio (31)	27	71355
	28	78046
	29	83842
	30	81106
	31	74142
Agosto (31)	32	104073
	33	95958
	34	94035
	35	84840
Septiembre (30)	36	75894
	37	71255
	38	63641
	39	63373
Octubre (31)	40	97595
	41	94038
	42	97565
	43	92817
Noviembre (30)	44	107160
	45	103603
	46	96702
	47	92961
Diciembre (31)	48	80695
	49	84347
	50	93995
	51	102056
	52	89962

Tránsito Mensual.

La tabla 9 muestra la variación de transito mensual del mes de diciembre y en la figura 37 se aprecia mediante gráficamente.

$$TPDM = \frac{TM}{31}$$

$$TPDM = \frac{451{,}055}{31} = 14{,}550\ vehiculos\ mixtos$$

Tabla 9. Variación del volumen de transito promedio mensual. Fuente: Elaboración propia.

VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO Carrtera: Autopista La Pera - Cuautla (caseta de cobro km. 7+960) Ambos sentidos Año 2012						
Mes del año	Vehiculos en ambos sentidos					
	Motos	VNC	Automoviles	Autobuses	Camiones	Total
Enero	1818	3636	316337	16726	25089	363605
Febrero	1841	3682	320341	16938	25406	368208
Marzo	2025	4050	352375	18631	27947	405029
Abril	2048	4096	356379	18843	28265	409631
Mayo	1841	3682	320341	16938	25406	368208
Junio	1703	3406	296315	15667	23501	340592
Julio	1933	3866	336358	17784	26677	386618
Agosto	1841	3682	320341	16938	25406	368208
Septiembre	1795	3590	312333	16514	24771	359003
Octubre	1910	3820	332354	17573	26359	382016
Noviembre	2002	4004	348371	18420	27629	400426
Diciembre	2255	4511	392418	20749	31123	451055
Total	**23013**	**46026**	**4004263**	**211720**	**317579**	**4602601**
Por ciento	**0,50%**	**1,00%**	**87,00%**	**4,60%**	**6,90%**	**100,00%**

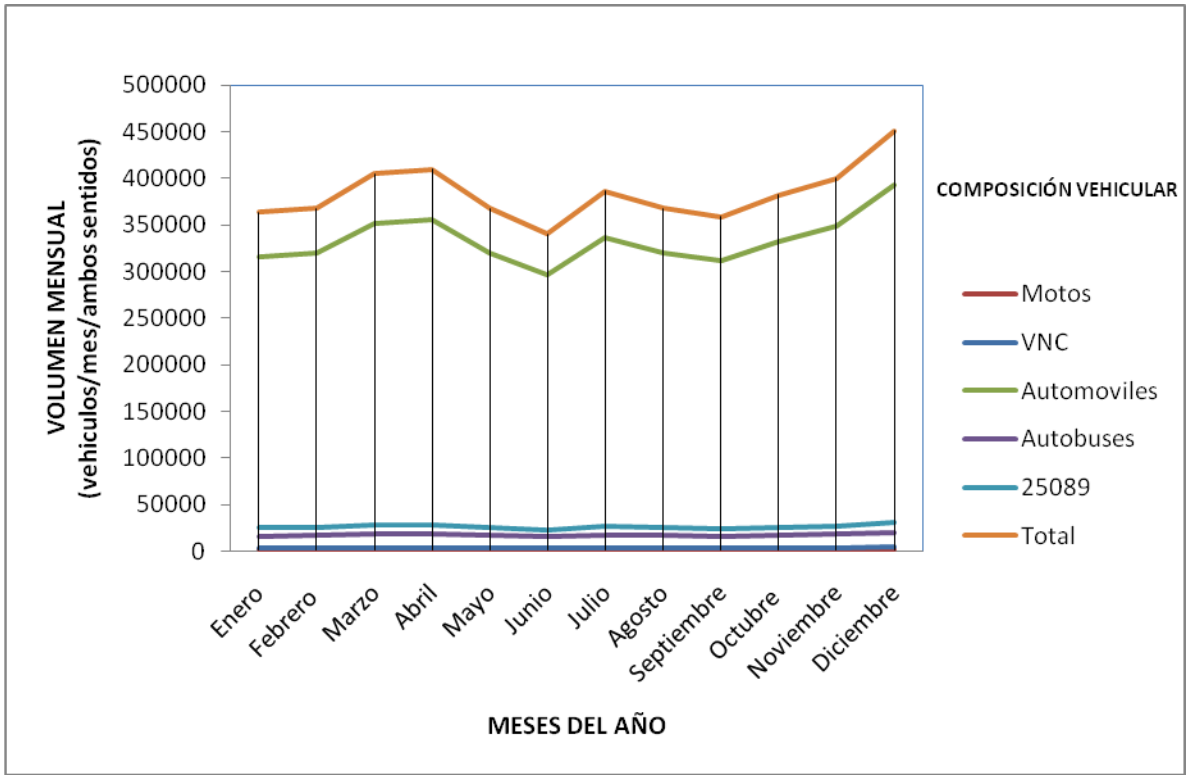


Figura 6. Variación del volumen de transito promedio mensual en la carretera: Autopista la Pera-Cuautla. Fuente: Elaboración propia

Relación entre los volúmenes de transito promedio, diario, semanal y anual.

Transito promedio semanal.

Volúmenes diarios totales en el sentido hacia Cuautla para los siete días de la semana desde el lunes hasta el domingo son:

14,203 11,474 10,739 11,426 15,039 18,281 20,895

Utilizando la estimación promedio diario semanal: TPDS

$$\text{TPDS}= \frac{TS}{7} = \frac{14{,}203+11{,}474+10{,}739+11{,}426+15{,}039+18{,}281+20{,}895}{7}$$

$$\text{TPDS}= \frac{102{,}057}{7} = 14{,}580 \text{ vehículos mixtos/día}$$

Desviación estándar muestral.

Desviación estándar muestral: S

$$S = \sqrt{\frac{(14203-14580)^2+(11474-14580)^2+(10739-14580)^2+\cdots+(18281-14580)^2+(20895-14580)^2}{6}}$$

$$S = \sqrt{\frac{88277669}{6}} = \sqrt{14712945} = 3{,}836 \text{ vehículos mixtos/día}$$

Desviación estándar de la población estimada.

Desviación estándar poblacional.

$$\sigma = \frac{3{,}836}{\sqrt{7}}\left(\sqrt{\frac{366-7}{366-1}}\right)$$

$$\sigma = 1{,}453\ (0.9917)$$

$$\sigma = \frac{3{,}836}{\sqrt{7}}\left(\sqrt{\frac{366-7}{366-1}}\right)$$

$$\sigma = 1{,}453\ (0.9917)$$

$$\sigma = 1{,}438 \text{ vehículos mixtos/dia}$$

Intervalos del TPDA.

Para el nivel de confiabilidad del 90%, k = 1.64

$$TPDA = TPDS \pm K\sigma^{\wedge} = 14{,}580 \pm 1.64\ (1{,}438)$$

$$TPDA = 14{,}580 \pm 2{,}358 \text{ vehículos mixtos/día}$$

Esto significa que el valor máximo que pueda tomar el TPDA es:

$$TPDA = 14{,}580 + 2{,}358 = 16{,}937 \text{ vehículos mixtos/día}$$

Y el valor mínimo es:

$$TPDA = 14{,}580 - 2{,}358 = 12{,}221 \text{ vehículos mixtos/día}$$

$$TPDA = 14{,}580 - 2{,}358 = 12{,}221 \text{ vehículos mixtos/día}$$

El intervalo de confianza del TPDA se expresa de la siguiente manera y se muestra en la figura 7.

$$12{,}221\ vehículos\ mixtos/dia \leq TPDA \leq 16{,}937\ vehículos\ mixtos/día$$

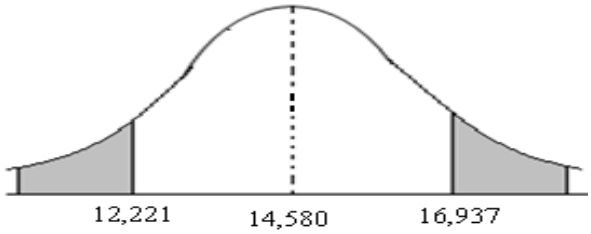


Figura 7. Distribución normal del TPDA. Fuente: Elaboración propia.

Ahora utilizando la estimación por intervalos, según la distribución t studen se tiene:

$$1 - \alpha = 0.90$$

$$\alpha = 0.10$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0.05$$

De una tabla de la distribución t de student (ver apéndice b), para α/2 = 0.05 y 7-1 grados de libertad, se tiene que:

$$t_{\alpha/2} = 1.943$$

Por lo tanto, el intervalo de confianza del TPDA se representa en la figura 39.

$$14{,}580 - 1.943\ \frac{3{,}836}{\sqrt{7}} \leq TPDA \leq 14{,}580 + 1.943\frac{3{,}836}{\sqrt{7}}$$

$$14{,}580 - 2{,}817 \leq TPDA \leq 14{,}580 + 2{,}817$$

$$\mathbf{11{,}763\ vehículosmixtos/día \leq TPDA \leq 17{,}397\ vehículosmixtos/día}$$

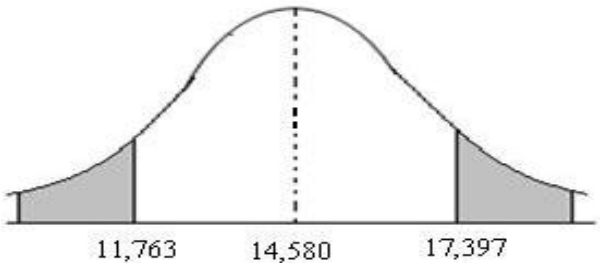


Figura 8. Distribución t student Intervalos del TPDA. Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, la estimación del TPDA, el intervalo de confianza según la distribución t de student es un poco mayor que el de la distribución normal.

Tráfico vehicular proyectado.

El volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT).

TF = TA + IT

Factor de crecimiento.

Crecimiento del tráfico vehicular.

Para los volúmenes de tránsito futuros y efectos de proyecto se derivan a partir del tránsito actual y del incremento del tránsito. La ingeniería de tránsito no cuenta con un valor que refleje el crecimiento vehicular futuro; por lo que para realizar la proyección del tráfico futuro se toman parámetros que puedan proporcionar datos representativos.

Se analizó el factor de crecimiento de los años 2011 y 2012 del TPDA.

Año	TPDA
2011	11,173
2012	12,575

Aumento del tránsito en estos dos años.

12,575-11,173 = 1,402 vehículos mixtos = 8% de crecimiento

Crecimiento del tráfico vehicular.

En vista que para este diseño se considera que la carretera puede ser utilizada como una vía alterna, se plantea que esta ruta atraiga un gran flujo de tránsito generado, por lo que se considera conveniente tomar una tasa de crecimiento del

25%. Según el libro “Ingeniería de tránsito”, el cual tiene un rango de crecimiento entre el 5% y el 25%.

TPDS = 12,575 x 25%
= 15,719 vehículos/día.

Para los cálculos el factor de crecimiento poblacional en esta vía será del 3.5% debido a que no es una vía nueva.

TF = FC (TPDS)
TF = 3.5 (15,719 veh/día)
TF = 16,269 veh/día

En la tabla 19 se muestra el crecimiento vehicular en los próximos años en el tramo carretero: Autopista la Pera-Cuautla

Tabla 9. Proyecccion de volumen de transito promedio diario anual a futuro. Fuente: Elaboración propia

año	TPDA
2013	16,269
2014	16,838
2015	17,428
2016	18,038
2017	18,669
2018	19,322
2019	19,999
2020	20,699

.

Conclusiones

Después de haber realizado el estudio del tráfico vehicular en el tramo carretero: Autopista la Pera-Cuautla, se llega a lo siguiente:

Que la vía estudiadas es de gran afluencia dentro del estado de Morelos por lo que hay un gran volumen de vehículos, de acuerdo al estudio obtenido en cuanto al volumen de tránsito para el año 2020 el transito promedio diario anual será de 20,699 vehículos/mixtos pasando en el punto de la caseta de cobro ubicada en Tepoztlán (km 7+960). Por tal motivo en un futuro las condiciones de operación del tramo serán inestables no sólo para el tránsito de paso, sino también para el tránsito local.

Agradecimentos

Los autores agradecen a la Revista NOUITZ y al Instituto Tecnológico de Zacatepec por la oportunidad de publicar este documento para su divulgación.

Referencias.

[1] Roess, Roger P.; Prassas, Elena S. and Mcshane, William R. Traffic Engineering. Third edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2004

[2] Cal y Mayor y Asociados, S.C. concesión para Operar, Conservar y Mantener el Tramo Carretero Libre de Peaje Querétaro–Irapuato. Querétaro, México, 2005.

[3] Cal y Mayor y Asociados, S.C. plan Sectorial de Movilidad en Chihuahua. México, 2005.

[4] Cal y Mayor y Asociados, S.C. Aforos e Ingresos de la Autopista Atlixco-Jantetelco. Puebla, México, 2004

[5] Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Primera edición, Cuarta reimpresión, México, 1991.

[6] Pérez, Jaime E. Probabilidad y Estadística: con Aplicación al Tránsito y las Vías. Facultad de ingeniería, Universidad del Valle, Santiago de Cali, 1999.

[7] Box, Paul C. and Oppenlander, Joseph C. Manual de Estudios de Ingeniería de Transito, Traduccion del "Manual of Traffic Engineering Studies". Cuarta edición, 1976, Institute of Transportation Engineers, Inc., Co-editores: Coordinación General de Transporte, D.D.F., Asociación Mexicana de Ingeniería de Transportes, A.C., Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México, 1985.

[8] Cal y Mayor y Asociados, S.C. Estudio de asignación de transito al libramiento de Tulancingo Hidalgo. Mexico, 1993.

ASPECTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL USO DEL PRESIÓMETRO MENARD EN LA INGENIERÍA GEOTECNICA

E. G. Carrillo González[1] , N. A. Melchor García[2] y V. Jiménez Ramírez[3]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) – erica.griselda@gmail.com;*
[2] *Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Reforma 113, Col. Palmira, 62490, Cuernavaca, Morelos, México CP – nmgarcia@iie.org.mx;*
[3] *Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) – jimenez-ramirez-valentin@hotmail.com*

***Área de participación**: Ingeniería Civil del Siglo XXI.*

Resumen – Este artículo describe un ensayo geotécnico, el cual forma parte de pruebas que se realizan en "*in situ*", y es llevado a cabo mediante el dispositivo denominado "Presiómetro Menard". Este tipo de instrumento utilizado en la exploración de suelos, permite obtener en campo parámetros mecánicos de manera directa, e información que puede ser interpretada para obtener la rigidez de un suelo, en términos del módulo de Menard (E_m) y la presión limite (p_l). El ensayo está caracterizado por ser una prueba de esfuerzo-deformación, en donde una sonda cilíndrica es colocada dentro de una cavidad y es expandida radialmente mediante incrementos de presión. Se describe el Presiómetro Menard que utiliza una sonda tipo G y que requiere de una perforación previa. Además se comenta acerca del uso e importancia al emplear este ensayo.

Introducción

Habitualmente en la ingeniería geotécnica se emplean pruebas clásicas de laboratorio para determinar las propiedades físicas, hidráulicas, de resistencia y deformación de los suelos. En algunos proyectos es necesario contar de manera rápida con estos parámetros, por lo que el hecho de llevar a cabo pruebas de resistencia a través de pruebas triaxiales o bien de deformación a través de pruebas de consolidación consumen tiempo sustancioso.

Por otra parte algunos autores (Devincenzi;Frank,2004), han demostrado que los valores obtenidos, pueden tener una discrepancia de los valores reales, debido a diferentes causas como son el manejo o alteración de las muestras, la calibración y desempeño del equipo de laboratorio, y el aislamiento de la muestra de suelo Hoy en día la tecnología ha permitido instrumentar equipos de manera que se pueden llevar a cabo mediciones directas en campo, además los valores obtenidos pueden mostrar una mayor confiabilidad respecto a los obtenidos en laboratorio. Este tipo de quipos es utilizado para obtener propiedades de resistencia y de deformación, dentro de los que destacan el Presiómetro, Phicómetro, Dilatómetro plano de Marchetti (DMT), Cono eléctrico (CPT), y Piezocono (CPTu), entre otros. Para la elección del tipo de ensayo debe tomarse en cuenta las condiciones geológicas, los requerimientos de diseño de proyecto,

el tipo de suelo,, además los resultados o valores a obtener. Un equipo puede tener varias técnicas o alternativas que cumplen con cada determinada función que se pueda usar en cada problema.

El presente artículo pretende dar a conocer y describir el uso del ensayo realizado con el equipo conocido como “Presiómetro Menard”, que forma parte de los equipos geotécnicos que se utilizan “In Situ”. El Presiómetro Menard es una alternativa en el uso para determinar parámetros del suelo en términos de deformabilidad, los cuales sirven en el diseño de cimentaciones, determinación de capacidad de carga y asentamientos que se generan. Además se puede encontrar en la literatura correlaciones empíricas propuestas por distintos autores para determinar los parámetros de resistencia como la resistencia al corte no drenado en arcillas (C_u) y el ángulo de fricción en arenas (φ).

Descripción general de la prueba del Presiómetro Menard

La prueba del Presiómetro Menard fue desarrollado por Louis Menard en 1954, y consiste básicamente en colocar una sonda de caucho en una perforación previa, expandiendo esta sonda por medio de presión de aire o gas y midiendo el volumen y presión necesaria para expandir la sonda. La prueba puede llevarse en términos de esfuerzos controlados (método A) o deformación controlada (método B). La prueba se finaliza cuando se alcanza la fluencia del suelo. De las lecturas obtenidas se obtiene el módulo presiométrico, este valor es calculado de la pendiente del tramo lineal de la curva presión-volumen. De acuerdo a la experiencia este tramo es el que se encuentra cercano a límite de fluencia, mejor conocido como creep o flujo plástico.

Existen en el mercado, distintos tipos de presiómetros como el presiómetro autoperforable (SBP), el presiómetro hincado (PIP) y el presiómetro con perforación previa (PBP) siendo este el principal a describir dentro de este artículo. Como se explica más adelante el procedimiento y detalles de esta prueba está regido por normas (ASTM- D4719, AFNOR P94 110-1, AFNOR P94 110-2 ISO 22476-4) y se deberán atender los factores que intervienen en la prueba como son: la inercia de la sonda, el coeficiente de dilatación de la sonda y el tamaño del diámetro de perforación entre otros.

Además de la obtención del módulo presiométrico (E_m), se debe determinar una presión de fluencia (p_f) y la presión límite (p_l) que se utiliza para el análisis geotécnico y diseño de cimentaciones. La confiabilidad de los resultados que son obtenidos en esta prueba depende del grado de alteración que pueda haber durante la perforación y la ejecución de la prueba. Estas alteraciones no pueden ser completamente eliminadas, por lo que la interpretación de los resultados tiene que considerar las condiciones durante la perforación. Estas alteraciones afectan de manera significante los resultados en suelos como arcillas muy blandas y en arenas muy sueltas.

Componentes del equipo

El equipo del presiómetro Menard (ver figura 1) principalmente consta de tres componentes principales: una unidad de control de presión y volumen (CPV), una sonda y las líneas de conducción.

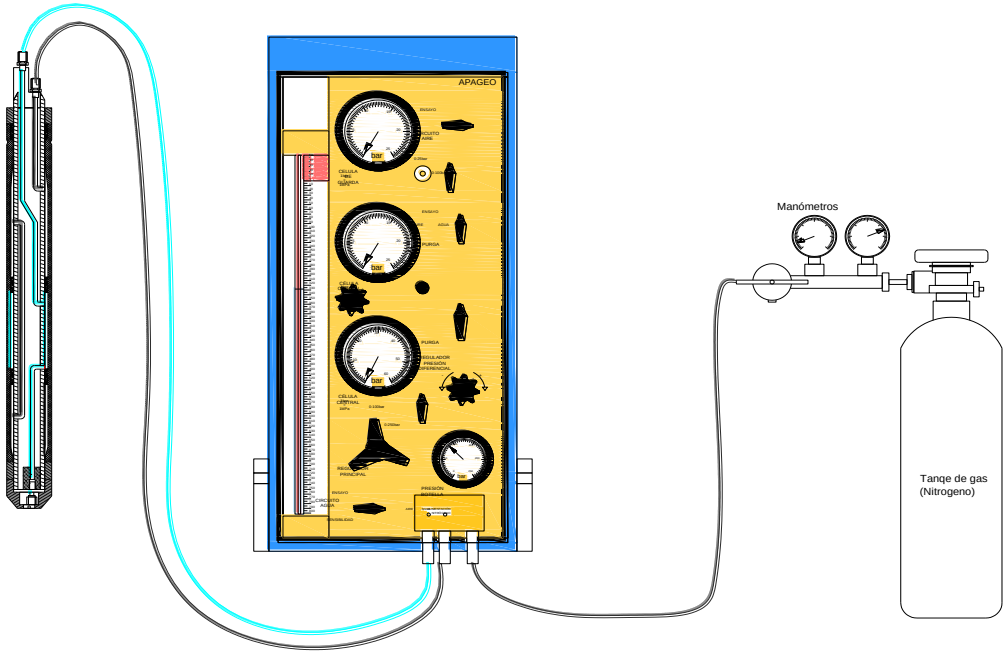


Figura 1 – Esquema del equipo del Presiómetro Menard

La unidad de control de presión-volumen, (ubicado en la superficie) controla la presión y el líquido inyectado a la sonda del Presiómetro y se toman las lecturas de la prueba. Aquí se encuentran ubicados todos los circuitos, manómetros, válvulas y el contenedor del agua inyectada (Figura 2). Además de esta unidad de control se requiere una alimentación de gas, siendo un tanque por separado que contiene nitrógeno o aire comprimido.

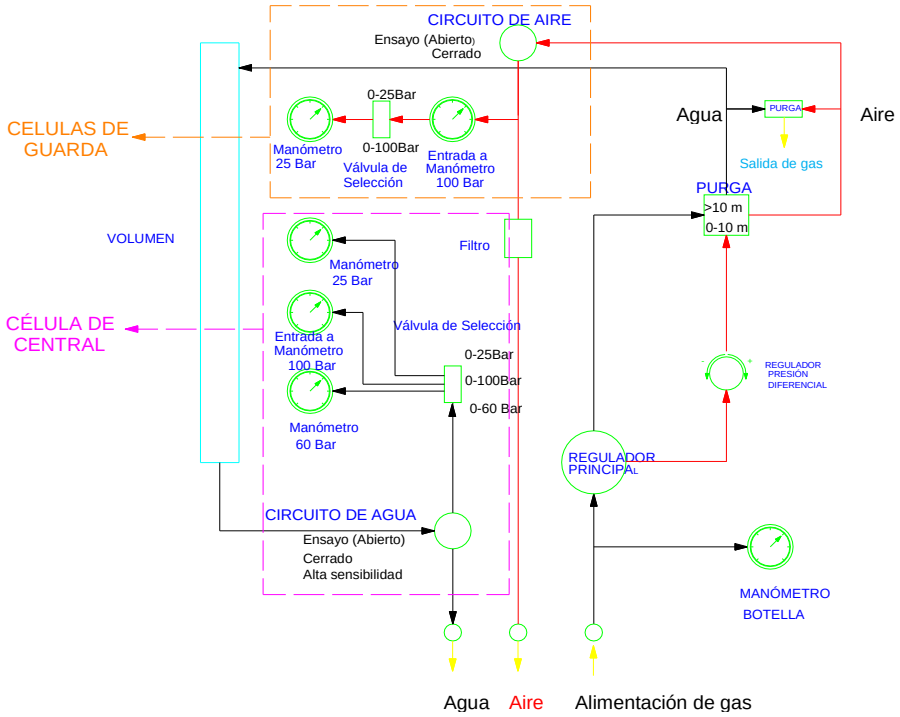


Figura 2. Circuitos de aire y agua en el interior de la consola del Presiómetro (CPV).

La sonda del Presiómetro (Figura 3), está constituida por tres celdas. La celda de medición o celda central que es la que sirve para obtener los valores de deformación y es inyectada por agua y las celdas de guarda o celdas laterales son infladas mediante un gas y sirven para que la celda de medición se expanda cilíndricamente y los esfuerzos que genere sean horizontales. La sonda G resiste hasta 10 MPa de presión (Cassan, 1982), tiene una membrana interior que es la que forma la celda de medición y una funda exterior en la cual se generan las celdas de guarda. Estas celdas están separadas con anillos metálicos que son capaces de soportar la diferencia de presiones que hay entre las celdas. Cuenta con dos orificios en la parte superior que sirven para la circulación del agua a presión y el otro para el gas. En la parte inferior se encuentra un orificio para la purga del circuito de agua (Santoyo, 2010). Las dimensiones de esta sonda se encuentran normalizadas por la ASTM D4719 (Ver Tabla 1) y la AFNOR P94 110-1, siendo la más común la sonda Bx, de 58 mm de diámetro y una longitud aproximada de 210 mm para la celda central (Das, 2001).

Figura 3: Sonda del Presiómetro Menard.

Tabla 1: Sondas típicas y dimensiones de perforación (ASTM, 2007).

Designación de la sonda	Diámetro de la sonda, mm	**Diámetro de la perforación**	
		Nominal, mm	**Max., mm**
Ax	44	45	53
Bx	58	60	70
Nx	74	76	89

Líneas de conducción (mangueras) conectan a la sonda del Presiómetro con la consola que se encuentra en la superficie. El aire y el agua circulan de la consola a la sonda del Presiómetro a través de las mangueras de plástico una de color negro que alimenta a la célula central y la otra roja a las celdas de guarda. Estas mangueras soportan presiones de hasta 10 MPa (100 bar) y las longitudes de operación son de 20, 30, 50 y 100 m (Santoyo Villa, 2010).

Procedimiento de la prueba

Para realizar una prueba del Presiómetro se pueden distinguir los siguientes pasos:

- Llenado y saturación de la unidad de Control Presión-volumen: Después de conectar las mangueras y la sonda, el sistema es saturado para asegurar que no exista aire atrapado en el cilindro contenedor de agua, en las líneas o en la sonda. Durante el periodo de saturación, los manómetros son monitoreados para asegurar que la presión se estabilice. Si la presión no es estabilizada, es señal de que el sistema presenta fugas y debe ser arreglado antes de proceder.

- Calibración: Antes de comenzar el ensayo se tienen que realizar las calibraciones por perdida de volumen y por perdida de presión.

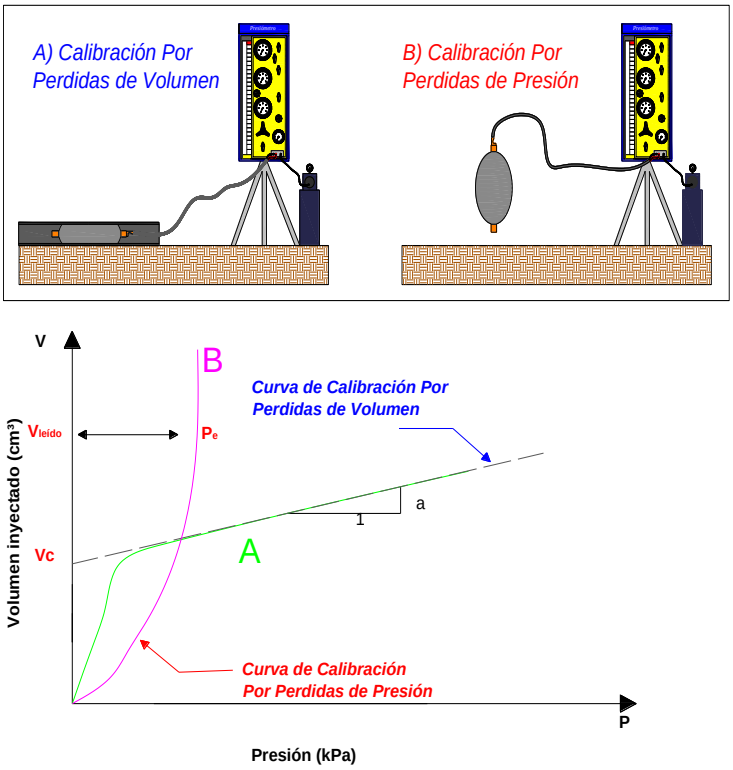


Figura 4. Realización de los ensayos de calibración y sus respectivas curvas.

La calibración por perdida de presión (inercia) se hace para conocer la resistencia de la membrana de la celda central que se opone a la presión aplicada, siendo ligeramente pequeña pero incrementa con la expansión. Esta resistencia debe ser determinada para no agregársela a la resistencia del suelo. Tiene que ser restada de los valores obtenidos durante la prueba, para cada registro de expansión de volumen. Esta calibración es llevada a cabo en la superficie al aire libre y se va inflando con incrementos de presión de 10 kPa (AFNOR, 2001) mantenidos durante 60 segundo, hasta alcanzar un volumen de 700 $cm^{3,}$ siendo este el valor de la resistencia de la membrana. Con los valores registrados se traza un gráfica de presión-volumen para obtener la curva de perdida de presión (Ver figura 4, curva A). La calibración por perdida de volumen muestra el volumen perdido debido a la expansión de las mangueras y a la membrana de la sonda. Esta calibración permite además conocer el volumen de la celda central de medición. Consiste en colocar la sonda del Presiómetro en un tubo de calibración de acero (ver figura 4) que soporta las presiones, luego la sonda es inflada, a presiones de 100 kPa hasta hacer contacto con el muro del tubo y luego dependiendo la resistencia de la sonda, 250 kPa o 500 kPa hasta alcanzar los 2.5 MPa o 5 MPa (AFNOR, 2001). Los incrementos de presiones se mantienen durante 60 segundos y se registran los volúmenes en ese mismo tiempo. Se traza una gráfica Presión-Volumen y se obtendrá la curva de calibración de pérdidas de volumen (ver figura 4, curva B). Se

calcula el volumen inicial de la celda central de medición con la siguiente expresión:

$$V_s = \left(\frac{\pi * d_i^2}{4} * l_s\right) - V_c$$

Donde:
Di= diámetro interior del tubo de calibración
l_s= longitud de la célula de medición.
V_c = Prolongación de la pendiente hasta la intersección con el eje vertical.

- Realización del barreno y colocación de la sonda. Se realiza la perforación de acuerdo al método y tipo de suelo, las normas (ASTM, 2007) y (AFNOR, 2001) recomendaciones para realizar adecuadamente el barreno de acuerdo a la técnica empleada, además el diámetro del barreno tiene que estar entre 1.03 y 1.2 veces el diámetro de la sonda. Ya realizado el barreno a la profundidad deseada de la prueba se coloca la sonda.

- Ejecución de la prueba. Una vez que la sonda haya sido colocada a la profundidad deseada, se ajusta la presión diferencial, esta se debe a la presión que genera la columna de agua en las líneas a la sonda, tiene que existir una compensación de presiones para que las celdas de guarda mantengan el efecto sobre la celda de medición y está entre en contacto con el suelo en toda su longitud (figura 5). Se comienza a ejecutar ensayo, las válvulas se abren y son colocadas en la posición de ensayo. Se realiza el ensayo de acuerdo al método seleccionado y se toman lecturas de presión y volumen, en los tiempos de 15, 30 y 60 segundos en cada incremento. Cuando la prueba es terminada, la sonda debe ser desinflada regresando el agua al contenedor, ya sea para remover la sonda de la cavidad o para continuar con otro ensayo.

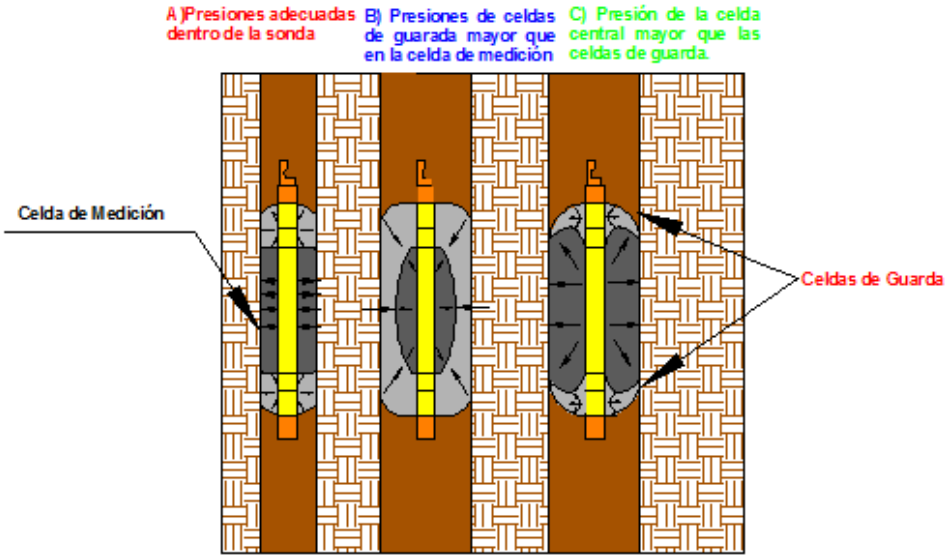


Figura 5. Ajuste de presiones dentro de la sonda. A) Correcto Inflado de la sonda ajustando la presión diferencial, B) La presión de las celdas de guarda es mayor al de la central, C) Caso contrario al anterior.

Correcciones de resultados de la prueba

La curva presión-volumen obtenida se tiene que corregir de acuerdo a lo siguiente:

a) Para pérdidas de volumen se calcula el coeficiente de dilatación a, con la pendiente de la gráfica de calibración de volumen (ver figura 4), conteniendo todas las expansiones parasitas del sistema:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta p}$$

La corrección que se realiza por perdidas de volumen se da con la siguiente expresión:

$$V_{cor} = V_{leido} - aP_{leida}$$

Donde:
$V_{leído}$= Volumen inyectado en cada incremento de presión.
P_{leida}= Presión aplicada

b) La corrección por pérdidas de presión se obtiene con la siguiente expresión:

$$P_{cor} = P_{leida} - P_e$$

P_e es la presión que hay que restarse por resistencia de la membrana de la sonda obtenida de la gráfica de calibración por presión.

c) Corrección por efectos hidrostáticos.

Esta corrección se realiza debido al incremento de presión del agua en la celda de medición, con al avance de la profundidad se genera una carga hidráulica que es producida por una columna de agua situada dentro de los tubulares desde la unidad de control de presión-volumen hasta la mitad de la sonda. Esta presión se tiene que añadir a la presión leída en el ensayo:

$$P_H = \gamma_{Agua} * Z$$

La corrección total de la presión estará dada por:

$$P_{cor} = P_{leida} - P_e + P_h$$

Interpretación de resultados

Los datos corregidos del ensayo de Presiómetro Ménard, se pasan a una gráfica para su interpretación, la cual resulta al trazar los puntos de las lecturas de presión-volumen a los 60 segundos, esta gráfica se conoce como "curva presiométrica", la cual se utiliza para determinar los parámetros principales del ensayo que sirven para la interpretación de las propiedades del suelo (ver figura 6, curva C).

La forma de la curva puede determinar la calidad del ensayo debida a la perforación realizada (Tarnawski, 2004). En la figura 6, la curva A se presenta cuando el barreno es muy grande, la curva B se presenta cuando el barreno es muy pequeño, la forma ideal de la curva Presiométrica se distingue en la C.

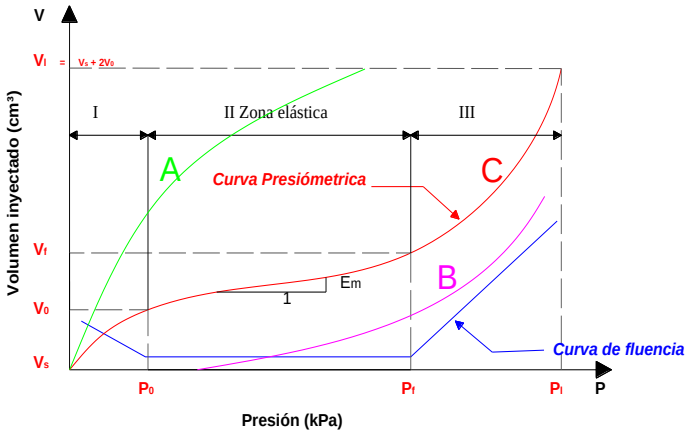


Figura 6.Curva presiométrica(C), Curvas (A, B) debido a las dimensiones de la perforación, Curva de fluencia.

Se pueden distinguir tres distintas zonas o etapas en la curva ver figura 6:

-Etapa 1: Se distingue la inflación de la sonda hasta alcanzar los muros de la cavidad, reajuste del suelo a su estado en que se encontraba antes de la perforación, correspondiente al rango *de* $(0 < p <= \boldsymbol{p_0} = \sigma_{HO}$*=Esfuerzo horizontal total).*

-Etapa 2: La respuesta elástica del suelo a la presión de la sonda $(p_0 < p <$ ***pf***= *Presión de fluencia)*. En esta zona se determina el Modulo de Menard (E_m).

-Etapa 3: La respuesta plástica del suelo, en esta fase se puede notar grandes deformaciones del suelo debido a la presión de la sonda. *(p > pf hasta V_l).*

Además teniendo las lecturas de 30 y 60 segundos de los volúmenes, la diferencia entre estos valores contra la presión aplicada, se puede obtener la curva de fluencia que sirve para poder identificar los puntos de la presión de fluencia (pf) y el esfuerzo horizontal (p_0) ver figura 6.

Módulo de Menard (E_M)
El Módulo de Menard se puede determinar con la siguiente relación:

$$E_M = 2(1+\mu)(V_s + V_m)\frac{\Delta p}{\Delta v}$$

Donde:
$\Delta p = p_f - p_0$
$\Delta v = v_f - v_0$
Δp y Δv = Variaciones de presión y de volumen en la fase elástica de la prueba.
V_s = Volumen de la celda central en reposo.
V_m = Volumen de la célula central a la presión media p_m aplicada.

El coeficiente de Poisson (μ) del suelo es tomado como un valor arbitrario para este análisis igual a 1/3 = 0.33 (Balkema, Rotterdam, & Brookfield).
El módulo de Menard se determina a partir de la pendiente de la porción lineal de la curva de presión corregida contra el volumen corregido.

Presión limite (pl)
La presión límite es un parámetro que se usa para calcular capacidades de carga del suelo utilizado con respecto a una específica cimentación. Esta se define como la presión en la cual se logra alcanzar el doble del volumen de la cavidad (AFNOR, 2001). Si en la prueba se logra llegar a esta presión, se pude determinar directamente de la gráfica calculando el volumen límite:

$$V_l = V_s + 2V_0$$

Donde:
V_l = Volumen limite
V_s = Volumen inicial de la sonda determinado en la calibración por volumen
V_0 = Volumen cuando la sonda entra en contacto con los muros de la cavidad
Cuando no es posible alcanzar el doble del volumen de la cavidad para determinar la presión límite se tiene que realizar una extrapolación.
La (ASTM, 2007) da un método grafico para determinar por extrapolación la presión limite cuando no es alcanzado ese valor, por medio de una gráfica logarítmica en el eje vertical de correspondiente a V^{-1} contra la presión., teniendo un rango de valores en la zona plástica, estos valores en la gráfica caen en una línea recta, la extensión de esta línea recta al volumen $V_l = V_s + 2V_0$, da la presión límite (Ver figura 7).

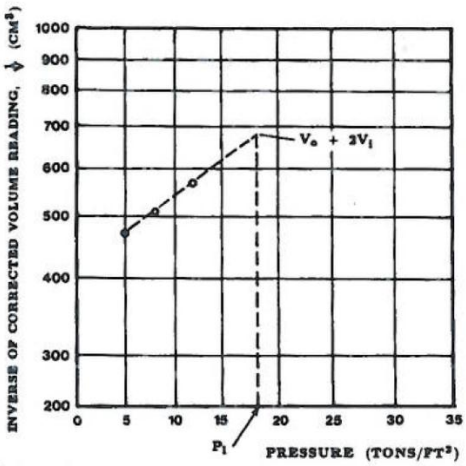


Figura 7: Extrapolación para la determinación de la pl, gráfica de presión contra v^{-1} para determinar la presión límite.

La presión limite neta es el valor de la presión necesaria para alcanzar la expansión infinita del cilindro ensayado y se obtiene corrigiendo la posición de la curva presiométrica mediante la expresión (Santoyo Villa, 2010):

$$p_l^* = p_l - p_0$$

El módulo al cortante presiométrico se puede expresar en relación al Módulo de Menard (E_M):

$$G_M = \frac{E_M}{2\,(1+\mu)}$$

El coeficiente de empuje en reposo se obtiene con los datos de inicio de la prueba aplicando la siguiente expresión:

$$k_0 = \frac{P_0 - u_0}{\sigma_{OV} - u_0}$$

Donde:
σ_{ov} = Esfuerzo vertical total.
u_0 = Presión hidrostática a la profundidad de la prueba.

Correlaciones

Resistencia al esfuerzo cortante no drenado en arcillas (Cu).

Diversos autores han desarrollado correlaciones que involucran la información obtenida del presiómetro para poder determinar la resistencia al esfuerzo cortante no drenada de suelos no cohesivos, derivando de una relación lineal con la presión límite neta (p^*_l) (Frikha, Salem, & Bouassida, 2013), dada la siguiente relación:

$$C_U = \frac{p_l^*}{\beta}$$

El coeficiente β es dado por diversos investigadores y de esta relación se ha derivado distintas ecuaciones (ver Tabla 3).

Tabla 3: Relaciones empíricas entre Cu y presión limite neta (Frikha, Salem, & Bouassida, 2013).

C_u	Tipo de arcilla	Referencia
$\frac{p_l^*}{5.5}$	Arcillas suaves	Menard (1957)
$\frac{p_l^*}{8}$	Arcillas firmes a rígidas	Cassan (1978)
$\frac{p_l^*}{15}$	Arcillas rígidas a muy rígidas	
$\frac{p_l^*}{5.5}$	$p_l^* < 300\ kPa$	Amar & Jézequel (1972)
$\frac{p_l^*}{10} + 25\ kPa$	$p_l^* > 300\ kPa$	
$\frac{p_l^*}{6.8}$	Arcillas rígidas	Marsland & Randolph (1977)
$\frac{p_l^*}{5.1}$	Arcillas duras	Lukas & LeClerc De Bussy (1976)
$\frac{p_l^*}{10}$	Arcillas rígidas	Martin & Drahos (1986)
$0.67\ (p_l^*)^{0.75}$	Todas las arcillas	Baguelin et al (1978)
$\frac{p_l^*}{3.3}$	Arcillas suaves	Clarke (1995)
$\frac{p_l^*}{12}$	Arcillas rígidas	

Angulo de fricción interna en arenas (φ)

Otra correlación se hace de acuerdo a la presión límite neta para obtener el ángulo de fricción interna en arenas dada por la siguiente expresión y la gráfica de la figura 8 (Menard, 1970):

$$p_l^* = 2.5\ x\ 2^{\frac{\varphi - 24}{4}}$$

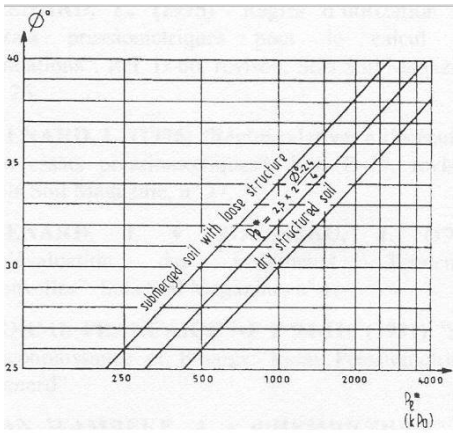


Figura 8. Grafica para determinar el ángulo de fricción interna en arenas (Menard, 1976).

Relación entre el módulo de Menard ($E_{M)}$ *y* el módulo de elasticidad (E).

Menard definió un coeficiente llamado coeficiente reológico (α) o coeficiente de la estructura del suelo el cual varía entre 0.25 a 1, dependiendo del tipo de suelo. Esto proporciona la correlación entre el módulo presiométrico y módulo de elasticidad (Leblanc, 1982).

$$E = \frac{E_M}{\alpha}$$

Uso del Presiómetro Menard en México

El uso del Presiómetro Menard es más extenso en Francia, en Países Europeos y en Estados Unidos. En nuestro país el uso del Presiómetro Menard es muy limitado, son pocas las empresas de ingeniería Geotécnica que pueden ofrecer el servicio de obtención de parámetros del suelo debido a que no es muy conocido, además de que el costo del Presiómetro anda por los 30000 Euros, por lo que se puede mencionar algunas empresas que realizan pruebas In situ con Presiómetro Menard: Terram, Tecnosuelo, InGeum, TGC.

Conclusiones

El Presiómetro Menard es un ensayo que permite la exploración de suelos, aprovecha las perforaciones realizadas en campo cuando se extraen muestras. Tiene la ventaja de que obtiene parámetros de esfuerzo-deformación del suelo directamente, sin tener que extraer alguna muestra inalterada. Tiene la ventaja de poder ser utilizado en profundidades cercanas a los 100 m, donde la extracción de alguna muestra para ser analizada en laboratorio es complicada obtener, además de que es una herramienta que se aplica a cualquier tipo de suelo incluyendo rocas frágiles. Por otro lado debe ser considerado que durante y previa la ejecución de la prueba las paredes del barreno deben ser lo menos inalteradas para que la prueba resulte de calidad, y se debe tener cuidado en el manejo de la sonda ya que sobrepasando el máximo volumen de la sonda puede reventarse y la prueba resultaría fallida. Ejecutando apropiadamente la prueba y obteniendo una curva presiométrica de forma ideal, los parámetros obtenidos son de mucha confiabilidad y sirven para el diseño de cimentaciones, además de que se menciona en el Reglamento del Distrito Federal la presión límite y la respuesta esfuerzo-deformación obtenidas con pruebas de presiómetro en sondeos para la caracterización de suelos firmes y duros. También cuenta con el respaldo de las normas ASTM D4719 y la AFNOR P94 110-1, para su correcta ejecución e interpretación es un instrumento que se puede utilizar mundialmente, y se espera que en nuestro país sea empleado en el estudio geotécnico.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico de Zacatepec y al Instituto de Investigaciones Eléctricas por el apoyo técnico y científico para el desarrollo de esta publicación.

Referencias

AFNORNF P94-110-1. *Soil investigation and Testing- Menar Pressuremeter Test-Part 1:test without Unload-reload cycle*,2001.

ASTM D4719. *Standard Test Methods for Prebored Pressuremeter Testing in Soils*, 2007.

APAGEO. *Catalogue: Materials & Services for soil investigation, drilling and laboratory*, 2010-2011.

Balkema, A. A.;Rotterdam; Brookfield. *The aplication of pressuremeter test results to foundation design in europe. Part 1 Predilled Pressuremeters/Self-boring Pressuremeters. International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering* . European Regional Technical Committee No.4-Pressuremeters,1991.

Braja M. Das.. *Fundamentos de Ingeniería geotécnica*, Thomson Learning ,Ed.; Mexico,2001.

Clarke, B.; Gambin, M., *Pressuremeter testing in onshore ground investigation.* Report, International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Atlanta, 1998.

Clarke, B.G., *Pressuremeters in Geotechnical Design*, Blackie Academic and Professional, Ed.; 1995.

Elif Bashan, Tesis de Maestría, Istanbul kültür Üniversitesi, 2010.

Frikha, W.; Salem, Z. B. ;Bouassida, M,*Estimation of Tunis soft soil undrained shear strength from pressuremeter data.* Proceedingd of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2013.

J. Leblanc, *Ménard Pressuremeter Testing*, Symposium on the Pressuremeter and Its Marine Applications, 1982, 23-37,426.

Marcelo Devincenzi; Norberto Frank, *Ensayos Geotécnicos in Situ su ejecución e interpretación*, IGEOTEST, 2004.

Maurice, Cassan,*Los Ensayos "in Situ" en la Mecánica Del Suelos*, Editores Tecnicos Asociados; Barcelona, España,1982

K.,Nasreddine, *Effect of stress rotation on the behavior of clays*. Ecole des Ponts Paris Tech, Engineering Sciences,2004.

E.,Santoyo Villa, *Vigesima conferencia Nabor Carrillo. Exploración de suelos. Métodos dierctos e indirectos,muestreo y pruebas de campo*. Acapulco, México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotecnica A. C. ,2010.

Tarnawski, M. *The perfect Ménard Pressuremeter Curve*. Archives of Hydro-Engineering and Enviromental Mechanics, 2004, 51(4), 387-402.

CALCULO DE PROPIEDADES DINÁMICAS DE UNA ESTRUCTURA UTILIZANDO MÉTODOS DE INSTRUMENTACIÓN

' Norma Alhelí Alarcón[1], Jorge Uribe[1,3] Ulises Mena Hernández[1,2] Osvaldo Soto[1,4] Salvador Flores[1,5]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) – pretti_19_19@hotmail.com, [2]Instituto de Investigaciones Eléctricas – umena@iie.org.mx, [3] Instituto Tecnológico de Zacatepec – j_uribe007@hotmail.com. [4]InstitutoTecnológico de Zacatepec – ososto03@hotmail.com.[5]Instituto Tecnológico de Zacatepec - chavafloresh@yahoo.com.mx
.

***Área de participación**: ESTRUCTURAS*

Resumen

La incorporación de información derivada de pruebas de vibración, es de imprescindible valor para el estudio del comportamiento de estructuras, que proporciona datos para la calibración de un modelo numérico con datos experimentales, el estudio de la respuesta de dichas estructuras queda incompleto, ya que existen múltiples factores que pueden modificar su rigidez teórica y por lo tanto su periodo, respuesta estática y dinámica.

Se presenta un sistema para la adquisición de aceleraciones en tiempo real, obtención de espectros de amplitud de Fourier, funciones de correlación y cocientes espectrales permitiendo calcular parámetros dinámicos tales como: frecuencias, ángulos de fase, relaciones de amortiguamientos y formas modales.

Las ventajas y opciones que presenta el mercado actual de programas y equipos para la adquisición y procesamiento de datos, resulta de gran interés para desarrollar un sistema que proporcione la capacidad tecnológica para la determinación de parámetros modales para diversos tipos de estructuras.

Debido a ello la Gerencia de Ingeniería Civil del Instituto de Investigaciones Eléctricas, está interesada en el desarrollo de un sistema que cuente con las capacidades descritas anteriormente. Con esto, se podrá estudiar la respuesta de estructuras (mediante modelos debidamente calibrados), el estudio de su desempeño, caracterización dinámica y estimación de daño y vida útil.

Introducción

De acuerdo a las normas existentes, la medición de la vibración en las estructuras (frecuencia, aceleración, velocidad o desplazamiento) debe evaluarse en función de los efectos que causan en las personas y las estructuras. Para esto se aplicarán distintos criterios de aceptación de vibraciones propuestos por varias normas de construcción que permiten valorar su grado de afectación a las estructuras, personas o actividades, basándose en los siguientes efectos:

- Sobreesfuerzos en los elementos que forman la estructura (deformaciones, fatiga o tensiones).
- Efectos psicológicos o de sensaciones en las personas (mecánicos, acústicos y ópticos).

- Efectos en actividades profesionales o procesos productivos (problemas con las tolerancias de algunos productos) así como también incremento de tensiones en maquinaria (deformaciones, fatiga y esfuerzos).

Resulta relativamente complejo discernir entre valores aceptables o inaceptables para los tres efectos descritos en el párrafo anterior. Los efectos psicológicos sobre las personas responden a parámetros de sensibilidad personales y por lo tanto resultan de difícil evaluación objetiva dada la posibilidad de valoraciones subjetivas individuales distintas. Tampoco resulta sencillo valorar los efectos de las vibraciones en la maquinaria o instalaciones de algún proceso productivo, mientras que los valores tolerables o aceptables para evitar sobreesfuerzos en estructuras pueden determinarse de manera más segura, pues se pueden medir y valorar de manera más aproximada. Los valores límite para las vibraciones pueden darse mediante valores de aceleración, velocidad, desplazamientos, amplitudes, frecuencias o cantidades empíricas derivadas de las anteriores.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico

Con la finalidad de corroborar los análisis numéricos que se realizarán a equipos de subestaciones eléctricas, se elabora un programa de instrumentación que incluyó equipos energizados y equipos no energizados. Con los primeros se pretende conocer el nivel de vibración al que se encuentran sometidos durante la operación de la subestación y con los segundos se tiene la intención de conocer las propiedades dinámicas de los equipos, que se utilizarán para corroborar los modelos numéricos de los mismos por medio de métodos estocásticos que son aquellos en los que se representan todos y cada uno de los pasos necesarios para realizar una actividad, además de las formas o maneras en que cada uno de los pasos puede ser llevado a cabo y sus respectivas probabilidades, dicho de otra manera, cualquier proceso en el que se involucren probabilidades es un proceso estocástico.

Para una correcta interpretación de los resultados obtenidos a través de la adquisición de datos en las estructuras, los fundamentos teóricos aplicados son fundamentalmente el programa “LabView”, especializado en instrumentación de NI, programas para lectura de acelerogramas y elaboración de espectros de respuesta, de Fourier como degtra, sismosignal, etc, también algunos fundamentos literarios como libros de vibraciones, libros de dinámica y estática estructural.

Resultados y Discusión

De acuerdo a las normas existentes, la medición de la vibración en las estructuras (frecuencia, aceleración, velocidad o desplazamiento) debe evaluarse en función de los efectos que causan en las personas y las estructuras. Para esto se aplicarán distintos criterios de aceptación de vibraciones propuestos por varias normas de construcción que permiten valorar su grado de afectación a las estructuras, personas o actividades, basándose en los siguientes efectos:

- Sobreesfuerzos en los elementos que forman la estructura (deformaciones, fatiga o tensiones).
- Efectos psicológicos o de sensaciones en las personas (mecánicos, acústicos y ópticos).
- Efectos en actividades profesionales o procesos productivos (problemas con las tolerancias de algunos productos) así como también incremento de tensiones en maquinaria (deformaciones, fatiga y esfuerzos).

Resulta relativamente complejo discernir entre valores aceptables o inaceptables para los tres efectos descritos en el párrafo anterior. Los efectos psicológicos sobre las personas responden a parámetros de sensibilidad personales y por lo tanto resultan de difícil evaluación objetiva dada la posibilidad de valoraciones subjetivas individuales distintas. Tampoco resulta sencillo valorar los efectos de las vibraciones en la maquinaria o instalaciones de algún proceso productivo, mientras que los valores tolerables o aceptables para evitar sobreesfuerzos en estructuras pueden determinarse de manera más segura, pues se pueden medir y valorar de manera más aproximada. Los valores límite para las vibraciones pueden darse mediante valores de aceleración, velocidad, desplazamientos, amplitudes, frecuencias o cantidades empíricas derivadas de las anteriores.

Con la finalidad de corroborar los análisis numéricos que se realizarán a equipos de subestaciones eléctricas, se elabora un programa de instrumentación que incluyó equipos energizados y equipos no energizados. Con los primeros se pretende conocer el nivel de vibración al que se encuentran sometidos durante la operación de la subestación y con los segundos se tiene la intención de conocer las propiedades dinámicas de los equipos, que se utilizarán para corroborar los modelos numéricos de los mismos por medio de métodos estocásticos que son aquellos en los que se representan todos y cada uno de los pasos necesarios para realizar una actividad, además de las formas o maneras en que cada uno de los pasos puede ser llevado a cabo y sus respectivas probabilidades, dicho de otra manera, cualquier proceso en el que se involucren probabilidades es un proceso estocástico.

Tabla 1.Tiempo y canales. Fuente Elaboración propia con datos de subestación eléctrica seleccionada por el IIE

Tabla 5.1. Archivo *IXTA_TC_0.*

	Dir X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Time	Acceleration cDAQ1Mod1 ai0	Acceleration cDAQ1Mod1 ai1	Acceleration cDAQ1Mod1 ai2	Acceleration cDAQ1Mod1 ai3	Acceleration cDAQ1Mod2 ai0	Acceleration cDAQ1Mod2 ai1	Acceleration cDAQ1Mod2 ai2	Acceleration cDAQ1Mod2 ai3	Acceleration cDAQ1Mod3 ai0	Acceleration cDAQ1Mod3 ai1	Acceleration cDAQ1Mod3 ai2	Acceleration cDAQ1Mod3 ai3
0.0E+00	-1.2E-02	-2.0E-03	8.0E-04	-2.0E-03	8.6E-03	9.1E-05	-2.0E-03	9.0E-03	1.5E-02	2.8E-03	1.8E-02	1.7E-02
6.1E-04	-1.2E-02	-2.0E-03	8.3E-04	-2.1E-03	8.5E-03	1.1E-04	-1.9E-03	8.9E-03	1.5E-02	2.7E-03	1.8E-02	1.7E-02
1.2E-03	-1.2E-02	-1.9E-03	1.3E-03	-2.0E-03	8.5E-03	1.1E-04	-2.0E-03	9.0E-03	1.5E-02	2.7E-03	1.8E-02	1.7E-02
1.8E-03	-1.2E-02	-2.2E-03	6.4E-04	-2.1E-03	8.5E-03	4.3E-05	-2.1E-03	9.0E-03	1.6E-02	2.6E-03	1.8E-02	1.7E-02
2.4E-03	-1.2E-02	-2.0E-03	1.2E-03	-2.2E-03	8.4E-03	3.8E-05	-2.1E-03	8.9E-03	1.6E-02	2.6E-03	1.8E-02	1.7E-02
3.0E-03	-1.2E-02	-2.2E-03	9.2E-04	-2.2E-03	8.5E-03	4.3E-05	-2.3E-03	8.9E-03	1.5E-02	2.5E-03	1.8E-02	1.7E-02
3.6E-03	-1.2E-02	-2.2E-03	5.8E-04	-2.2E-03	8.5E-03	3.3E-05	-2.3E-03	8.8E-03	1.5E-02	2.5E-03	1.8E-02	1.7E-02
4.2E-03	-1.2E-02	-2.2E-03	1.2E-03	-2.2E-03	8.5E-03	-4.7E-05	-2.2E-03	8.9E-03	1.5E-02	2.4E-03	1.8E-02	1.7E-02
4.8E-03	-1.2E-02	-2.2E-03	9.5E-04	-2.1E-03	8.4E-03	-5.9E-05	-2.4E-03	8.8E-03	1.5E-02	2.4E-03	1.8E-02	1.7E-02
5.4E-03	-1.2E-02	-2.3E-03	9.1E-04	-2.1E-03	8.4E-03	-5.3E-05	-2.4E-03	8.8E-03	1.5E-02	2.5E-03	1.8E-02	1.7E-02

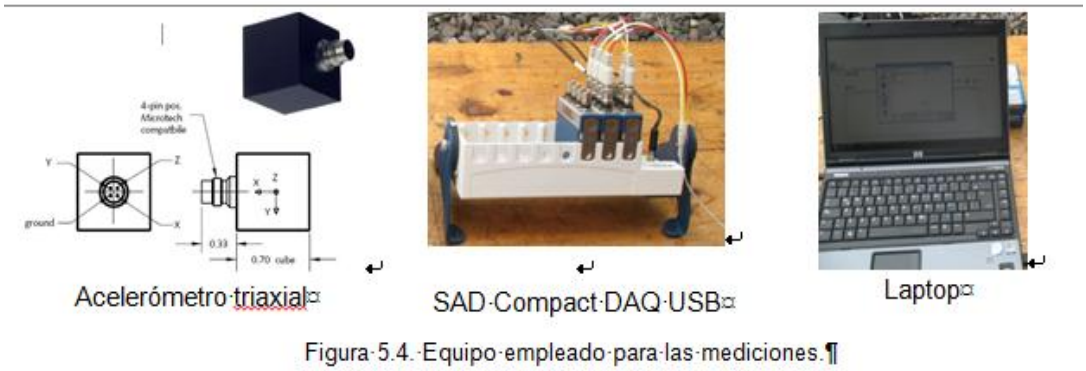


Figura1. Equipo utilizado para la adquisición de datos en las estructuras. Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas,

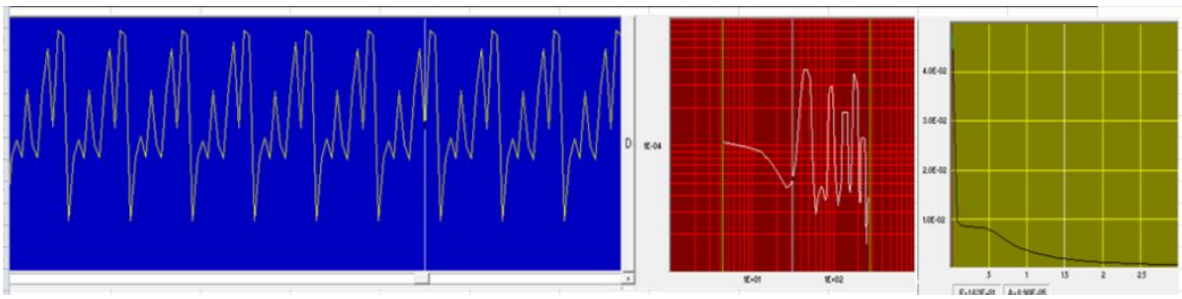


Figura 1.1. Lectura de un acelerograma en “Degtra”, mostrando el espectro de respuesta y el espectro de Fourier. Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas

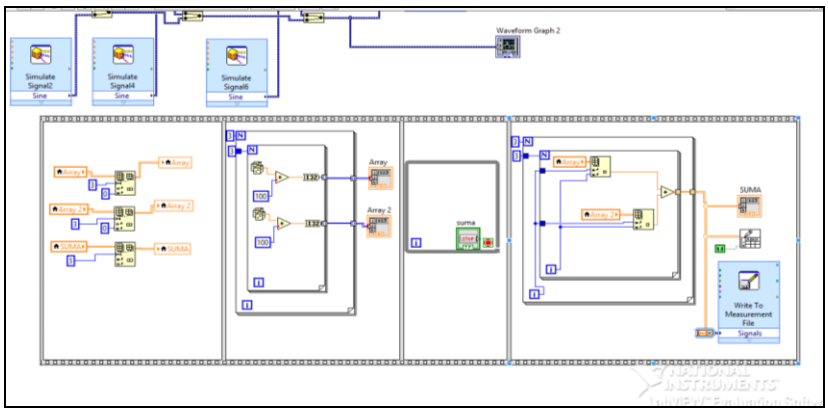


Figura 1.2. programa realizado en Labview para adquisición de datos y recepción de señales. Fuente: Instituto de Investigaciones Electricas

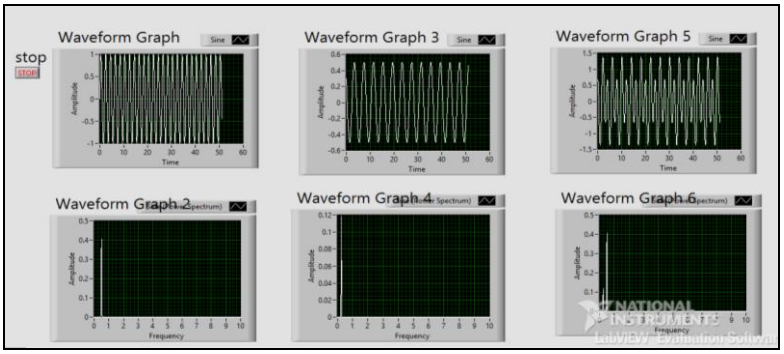


Figura 1.3. Representación gráfica de la interfáz de “Labview” , la red de adquisición de datos em “Labview” tiene 2 ventanas, esta es donde se aprecia el comportamiento de los resultados em tiempo real. Fuente: Instituto de Investigaciones Electricas

Conclusiones

Con la determinación de parámetros dinámicos estructurales, para su empleo en la calibración en modelos numéricos se realizó un estudio más completo del comportamiento estructural tanto dinámico como estático en estructuras. Mediante la incorporación en modelos numéricos de información derivada de pruebas de vibración realizadas en sistemas estructurales, se puede estimar su comportamiento en forma más real, ante los diversos tipos de factores a los que se puede encontrar sometida la estructura en estudio.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto de Investigaciones Eléctricas por las facilidades para obtener los datos requeridos para la elaboración de este documento. También se desea agradecer a la Revista Nousitz por la oportunidad de recepcionar este escrito y de ser posible su publicación.

Referencias

- Maia, Silva, He, Leven, Lin, Skingle, To, Urgueira; Theorical and Experimental Modal Analysis, Research Studies Press Ltd, Baldock Hertfordshire, England, 1998.

- Julius S. Bendat, Allan G. Piersol; Random Data Analysis and Measurement Procedures, Third Edition, Wiley Series in Probability an Statistics, United States of America, 2000.

- Julius S. Bendat, Allan G. Piersol; Engineering Applications of Correlations and Spectral Analysis, Second Edition, Wiley Series in Probability an Statistics, United States of America, 2000.

CONCRETO REFORZADO MODIFICADO CON PELETS DE NYLON 6,6 COMO CONTENEDORES DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN.

A.L. Tejeda Gutiérrez[1], C. Menchaca Campos[2], J. Uruchurtu Chavarín[3], O. Soto Talavera[4]

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec – Av. Tecnológico No. 27 Col. Centro, Zacatepec Morelos – altg1981@hotmail.com, atejeda@uaem.mx; [2,3] Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas- Universidad Autónoma del Estado de Morelos – cmenchaca@uaem.mx, juch@uaem.mx; [4] Instituto Tecnológico de Zacatepec - osvaldo.st@itzacatepec.edu.mx

***Área de participación**: Ingeniería Civil del Siglo XXI*

Resumen – Se presentan cilindros de concreto reforzado adicionado con pelets de Nylon 6,6 como contenedores de inhibidor de la corrosión que disminuye la corrosión del acero al momento de presentarse las reacciones de oxidación; buscando la prolongación de la vida útil del concreto modificado.

Introducción

En la actualidad existe un problema latente que afecta a todo el mundo, en su infraestructura y en su economía. La corrosión ataca a los metales en presencia de un medio electrolítico, propiciando su deterioro físico, químico y su aplicación estructural en la Ingeniería Civil, donde es necesario utilizar el acero de refuerzo en estructuras de concreto hidráulico para adicionar a la capacidad de compresión del concreto, propiedades flexibles para afrontar las deformaciones que sufre a lo largo de su vida útil de diseño.

Cada elemento estructural de concreto reforzado se enfrenta a condiciones ambientales sutiles como la humedad atmosférica y severas como ambientes marítimos; en cualquier caso las partículas de agua acumuladas en la superficie de los elementos estructurales propician el medio electrolítico, cuando este medio se filtra hacia el acero por la porosidad del concreto, se presentarán internamente reacciones de oxidación que a largo plazo causan corrosión localizada o generalizada del acero de refuerzo y en situaciones drásticas pulverizaran el acero desprotegiendo al elemento estructural en sus propiedades mecánicas.

Por lo anterior, existe un arduo trabajo de investigación para el desarrollo de nuevos materiales para construcción, nuevos recubrimientos para los aceros o el uso de nuevos inhibidores que permitan controlar la velocidad de corrosión en los diferentes elementos estructurales y que además sean competitivos, accesibles y sustentables para la sociedad.

La posibilidad de utilizar materiales innovadores o modificados en la industria de la construcción beneficia aspectos como el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, buscar la prolongación de la vida útil de diseño, propiciar la

sustentabilidad utilizando materiales reciclables o reutilizables y potencializando las propiedades mecánicas de las estructuras.

En este trabajo de investigación los pelets de Nylon 6,6 son agregados al concreto reforzado adicionalmente a los agregados pétreos y no en sustitución de alguno de ellos, con la intención de utilizar los pelets como contenedores de inhibidor de la corrosión y poder disminuir su velocidad en el acero, aunado a que el Nylon 6,6 puede ser encontrado en productos comerciales que pueden ser reutilizados y con ello generar un material de construcción sustentable. A largo plazo el Nylon podría sustituir a algún agregado pétreo siempre y cuando cumpla con las normas granulométricas acordes al concreto hidráulico de diseño.

Los pelets de Nylon 6,6 funcionaran como contenedores de un inhibidor de la corrosión, de tal forma que, cuando se presenten las reacciones de oxidación el inhibidor avanzará por capilaridad a través de la estructura porosa del concreto, hasta llegar al acero y protegerlo uniformemente. Se planea que con la adecuada liberación y transporte oportuno del inhibidor, la velocidad de corrosión del acero disminuirá considerablemente y permitirá prolongar la vida de diseño del elemento estructural.

Sección Experimental

Se requiere diversos procesos para desarrollar la metodología experimental, procesos que se describen a continuación.

Elección del material

El material elegido no debe corroerse, será capaz de almacenar el inhibidor en su estructura polimérica, tendrá propiedades mecánicas similares al concreto hidráulico y será de fácil adquisición como material reutilizable; por lo que se elige el Nylon 6,6 en forma de pelets para efectos de la investigación, pudiéndose utilizar en forma de bloques, fibras, barras, cerdas, etc.

Activación de la superficie del Nylon 6,6

Las poliamidas poseen una superficie lisa que evita la cohesión de partículas en el concreto reforzado y por consecuencia su disgregación, por lo que se requiere modificar la superficie de la poliamida para propiciar la cohesión entre los agregados y además para que pueda contener al inhibidor de la corrosión. Procesos como la activación por radiación de rayos Gamma son muy efectivas pero de elevados costos y de difícil acceso, por lo que se elige una activación química mediante una solución de NaOH en 2N a 80 °C durante 1, 2 y 3 h.

Electrodos de trabajo

Se cortan cubos de acero al carbón C1042 con área de 1 cm^2, a los cuales se les sueldan alambres de cobre para permitir el transporte de electrones, posteriormente se encapsulan en resina epóxica y se prepara la superficie por medio de lijas No. 80, 160, 320, 500, 1000 y 2000 para finalmente pulir a espejo con una solución de alúmina de 1 μm y jabón líquido.

Inhibidor

Los inhibidores comunes son los cromatos, molibdatos y nitratos, los primeros reconocidos por ser eficientes pero muy agresivos al hombre y al medio ambiente, los segundos son difíciles de sintetizar y de costos elevados, los últimos son accesibles y armoniosos con el hombre y el medio ambiental, mas no tan efectivos como los cromatos, por lo anterior el inhibidor elegido para las primeras pruebas es un nitrato[1]. El tipo de nitrato depende de la atracción de sus iones por su valencia, por lo que el nitrato férrico se perfila como la opción de selección del inhibidor, se realizan soluciones A, B, C y D del nitrato férrico en concentraciones de 5, 10, 20 y 50 ppm respectivamente.

Soluciones electrolíticas

La solución E es preparada para simular el medio electrolítico dentro del concreto, por lo que se utiliza $Ca(OH)_2$ con un pH 14[2]. Posteriormente se agrega la solución corrosiva obteniendo la solución F, es decir: $Ca(OH)_2$ + $CaCl_2$ en relación 1:1, con un pH 14.

Adsorción del inhibidor

Con los pelets activados químicamente se deposita el inhibidor, este proceso superficial denominado adsorción permitirá la liberación del inhibidor y no permitirá una absorción a la matriz polimérica. El proceso de adsorción consiste en dejar reposando durante 24 h los pelets de Nylon 6,6 en una solución de acetona con 8 g de $Fe(NO_3)_3$ disueltos, posterior a ese período los pelets son secados en mufla a 70 °C durante 24 h y posteriormente se pesan, el proceso de reposo, secado y pesado[3] se repiten hasta que los pelets ya no tengan ganancia ni pérdida de peso y que la solución no se desestabilice.

Cilindros de concreto

Los cilindros de concreto son elaborados para analizar la resistencia a la compresión con y sin poliamida. El tipo de concreto a utilizar corresponde a concreto hidráulico para edificaciones tipo A o B1 (escuelas, edificios públicos, hospitales, cines, estadios, etc) definidos por el art. 74 del Reglamento de Construcción del Distrito Federal, el cual utiliza un concreto de clase 1 compuesto por cemento de clase resistente 30 o 40 según NMX-C-414-ONNCCE y NMX-C-2,

agregados pétreos (arena y grava) según NMX-C-111 y agua limpia según NMX-C-122, para alcanzar una resistencia a la compresión f'c igual o mayor a 250 kg/cm^2 [4] con la dosificación mostrada en la Tabla 1 donde se exponen las dosificaciones para 1 m^3 y las reales utilizadas para 0.031 m^3 correspondiente a la elaboración de 20 cilindros de los cuales 18 serán para las pruebas de compresión, 9 sin poliamida y 9 con poliamida.

Cilindros de concreto reforzado

Estos cilindros son utilizados para realizar las curvas de polarización y pruebas potenciostáticas y determinar la liberación del inhibidor y la disminución de la corrosión en al acero. El concreto bajo las mismas especificaciones anteriores, el acero de refuerzo es varilla corrugada de 1" tipo C1042 proveniente de lingotes según la norma NMX-B-294 en tramos de 300 mm de longitud. Se elaboran 2 cilindros (1 sin poliamida y 1 con poliamida) según la norma NMX-C-281, que permite la utilización de moldes plásticos (PVC) con base de cartón impermeabilizada, con 200 mm de altura y 100 mm de diámetro, siguiendo el proceso de curado del concreto cumpliendo la norma NMX-C-159-ONNCCE[5].

Los cilindros de concreto reforzado cuentan con un armado de tres varillas corrugadas que servirán de electrodos de trabajo, referencia y neutro; el cilindro de concreto reforzado sin poliamida se identifica con la etiqueta C-I, mientras que el cilindro son poliamida es C-II.

Resistencia a la compresión

Los 18 cilindros son desmontados y sumergidos en el tanque de curado por un período total de 28 días, durante este período se realizan pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. La prueba de resistencia a la compresión se realiza en una prensa universal hidráulica, a este proceso en la jerga ingenieril se conoce como "tronado".

El tronado de cilindros consiste en retirar del tanque de curado 3 cilindros sin poliamida y 3 con poliamida hasta eliminar la sobresaturación de agua, posteriormente se "cabecean" las dos caras del cilindro con azufre fundido para nivelar y amortiguar las superficies de contacto, finalmente son colocados en la prensa y se mide la resistencia a la compresión.

La prensa universal hidráulica aplica carga de compresión al cilindro progresivamente y de forma creciente, cuando se presenta la primer fractura o grieta la prensa no encuentra mayor oposición y la aplicación de la carga en el manómetro se detiene señalando la carga máxima soportada que dividida por el área del cilindro proporciona la resistencia a la compresión.

Pruebas electroquímicas

Se realizan curvas de polarización en electrodos de trabajo inmersos en las soluciones E y F para visualizar su proceso corrosivo; posteriormente se agregan las diferentes concentraciones de inhibidor $Fe(NO_3)_3$ para encontrar la concentración idónea para disminuir las reacciones de oxidación. Las curvas de polarización se ejecutan en un rango de potencial de -800 mV a 0 mV, con una velocidad de barrido de 60 mV/min mediante el software Sequencer del equipo GillAC.

Se realizan tres pruebas potenciostáticas, en la primera se colocan los electrodos de trabajo de acero comercial, el de referencia de calomel y el auxiliar de grafito en 200 ml de la solución E, posteriormente la segunda prueba consiste en colocar los mismos electrodos en 200 ml de la solución F y finalmente en la tercer prueba se agregan 0.8814 g de poliamida correspondiente a una concentración de 50 ppm de $Fe(NO_3)_3$. Las tres pruebas se realizan bajo un potencial de picado de -260 mV con un barrido de 2000 puntos cada segundo, utilizando el software Sequencer del equipo GillAC.

Pruebas electroquímicas en acero de refuerzo

Los cilindros de concreto son inmersos en el tanque de curado y se agrega un 3% del volumen de NaCl para simular la solución salina, se realizan curvas de polarización y pruebas potenciostáticas durante un período de 36 días. Al inicio de estas pruebas se realizan lecturas del potencial de las varillas de acero de refuerzo mediante un voltímetro y un electrodo de referencia de calomel. Los electrodos de trabajo, referencia y auxiliar para ambas pruebas son las tres varillas de acero de refuerzo.

Las curvas de polarización se ejecutan en potenciales de -30 mV a 30 mV con una velocidad de barrido de 30 mV/min; las pruebas potenciostáticas se trabajan bajo un potencial de picado de -345 mV, con un barrido de 2000 puntos cada 2 segundos. Ambas pruebas mediante el software Sequencer del equipo GillAC.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran las características del Nylon 6,6. En el proceso de activación de la superficie de la poliamida, se determina que la solución de NAOH en 2N a 80 °C durante 2 h, genera orificios que permiten la adsorción o deposición del inhibidor, la exposición en 1 h es insuficiente para activar la superficie de la poliamida y a 3 h se producen desgarres que no permitirán la deposición del inhibidor. Las figuras 1-4 muestran las micrografías a 400X, 1200X, diámetro y profundidad de un orificio a 10 KX respectivamente.

La figura 5 muestra la curva de polarización realizada en los electrodos de trabajo correspondiente a la solución E que se compara con los resultados obtenidos en la solución F. La correspondiente a la solución E muestra la pasivación del acero lo que indica que esa solución protege al acero contra la corrosión; mientras que en la solución F los cloruros actúan sobre el acero en potenciales de -106 mV corroyéndolo localizadamente; este potencial se define como el potencial de picado.

La figura 6 representa la comparación del comportamiento de las diferentes concentraciones de inhibidor $Fe(NO_3)_3$ en 5, 10, 20 y 50 ppm, donde se observa que las concentraciones de 10 y 20 ppm no pasivan el acero y permiten la corrosión uniforme; sin embargo las concentraciones 5 y 50 ppm indican el inicio de corrosión localizada en potenciales menores a -106 mV (potencial de picado) pero la oportuna pasivación del inhibidor retardando el proceso corrosivo, entre ambas concentraciones la de 50 ppm permite la pasivación con mayor eficiencia cualitativa que la de 5 ppm, sin embargo para corroborar esta deducción se realizan pruebas potenciostáticas a los cilindros de concreto reforzado.

De estas curvas se obtienen los parámetros electroquímicos de las soluciones de pasivación, corrosiva y las diferentes concentraciones de inhibidor de $Fe(NO_3)_3$ mostradas en la Tabla 3.

Los resultados del proceso de adsorción del inhibidor en los pelets de Nylon 6,6 correspondientes a las concentraciones de 5 y 50 ppm de $Fe(NO_3)_3$, se muestran en las Tabla 4, donde se presenta la ganancia en peso por g de Nylon 6,6 y el % depositado en la superficie de la poliamida.

La Figura 7 muestra la prueba potenciostática realizada a potencial de picado de -345 mV en tres tiempo, el primer tiempo con la solución E donde se propicia una pasivación de 0-2000 s; posteriormente en el segundo tiempo (2001-4500 s) se agregan cloruros para lograr la solución F y se registra una disminución de corriente, por la inestabilidad de la solución, e inmediatamente después inicia el aumento considerable de corriente indicando un proceso de corrosión; finalmente en el tercer tiempo (4501-6000 s) se agrega la poliamida con 5 ppm de inhibidor y aunque no presenta disminución de corriente, ésta se estabiliza en un valor estacionario a razón de que el ión nitrato compite con el ión cloruro por lo que “puede” significar que disminuye en tiempo en proceso corrosivo.

La figura 8 expone la prueba potenciostática realizada a potencial de picada de -260 mV en solo dos tiempos; el primer tiempo de 0-50 s es con la solución F y al aumentar considerablemente la corriente se inicia el segundo tiempo (51-4000 s) donde se agrega la poliamida con 50 ppm de inhibidor y la disminución de corriente inicia rápidamente durante el tiempo restante de la prueba, por lo que se demuestra la liberación del inhibidor, la disminución en tiempo del proceso de corrosión.

Por lo anterior se determina que para las pruebas electroquímicas de los cilindros de concreto reforzado, se utilizará la concentración de 50 ppm de $Fe(NO_3)_3$ depositado en la matriz polimérica y agregado durante la elaboración de los cilindros.

Los cilindros de concreto son probados mecánicamente en su resistencia a la comprensión sin y con poliamida; en las Figuras 9 y 10 se muestra los comparativos de la resistencia a la compresión durante el período de curado (7, 14 y 28 días), la primera con el valor cuantitativo de la resistencia a la comprensión y la segunda con el porcentaje alcanzado con respecto a la resistencia a la compresión de diseño; de ambas se puede constatar que los cilindros de concreto con poliamida no disminuyen su resistencia a la compresión, sino que demuestran un aumento del 3% sobre el cilindro sin poliamida.

Las pruebas electroquímicas a los cilindros de concreto reforzado inician con la medición de potenciales de las varillas embebidas en el concreto inmersos en el tanque de curado, la Figura 11 correspondiente a los 28 días de curado y la Figura 12 correspondiente a los 36 días de exposición al medio alcalino con cloruros. Durante el proceso de curado los potenciales se ennoblecen ratificando la pasivación del acero de refuerzo. En el medio alcalino los potenciales del acero son más activos, tanto en los cilindros sin inhibidor y los que contienen inhibidor, sin embargo en los que contienen inhibidor se muestran picos de ascenso y descenso de potencial que sugieren la pasivación y procesos corrosivos intermitentes a causa de la liberación del inhibidor.

Los resultados de las pruebas potenciostáticas son presentadas en la Figura 13, donde se observa que existe la liberación del inhibidor de las poliamidas, pero simultáneamente se favorecen las reacciones de oxidación y los procesos de corrosión localizada. Estos resultados sugieren la eficacia del Nylon 6,6 para liberar el inhibidor, mas no necesariamente la acción favorecedora del inhibidor mediante la pasivación del acero.

Tablas

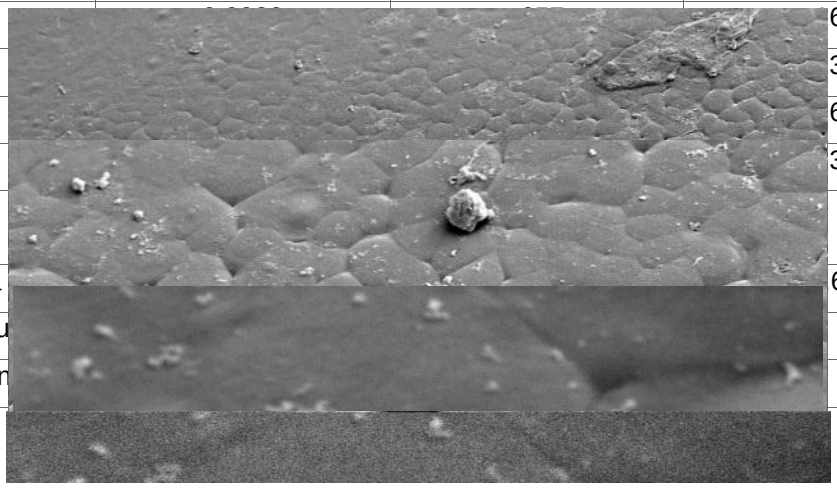
Tabla 1. Dosificación de material para elaboración de concreto

Material	1 m^3	0.031 m^3
Cemento Portland (CPP 30R/RS/BRA)	400 kg	12.6 kg
Agua limpia	228 l	7.16 l
Arena (pasa Malla No. 4, retenida en malla 200)	532 l	16.7 l
Grava (3/4”)	760 l	23.86 l
Poliamida (solo utilizada en 10 cilindros)	100 g	3 g

Tabla 2. Características físicas y mecánicas del Nylon 6,6

Color	Densidad	Resistencia a la compresión	Dureza Rockwell	Coeficiente fricción
Traslúcido	1.14 g/cm^3	1054.62 kg/cm^2	R 118	0.45

Tabla 3. Parámetros electroquímicos para la elección de la concentración de inhibidor.			
Curva	I_{pas} (mA/cm^2)	E_{corr} (mV)	E_{pic} (mV)
$Ca(OH)_2$	0.001	-415	-
$Ca(OH)_2 + CaCl_2$	0.0017	**-676**	-106
5 ppm			69
10 ppm			38
20 ppm			63
50 ppm			31
Tabla			6
Peso ganado du			
% de deposición			



Fi

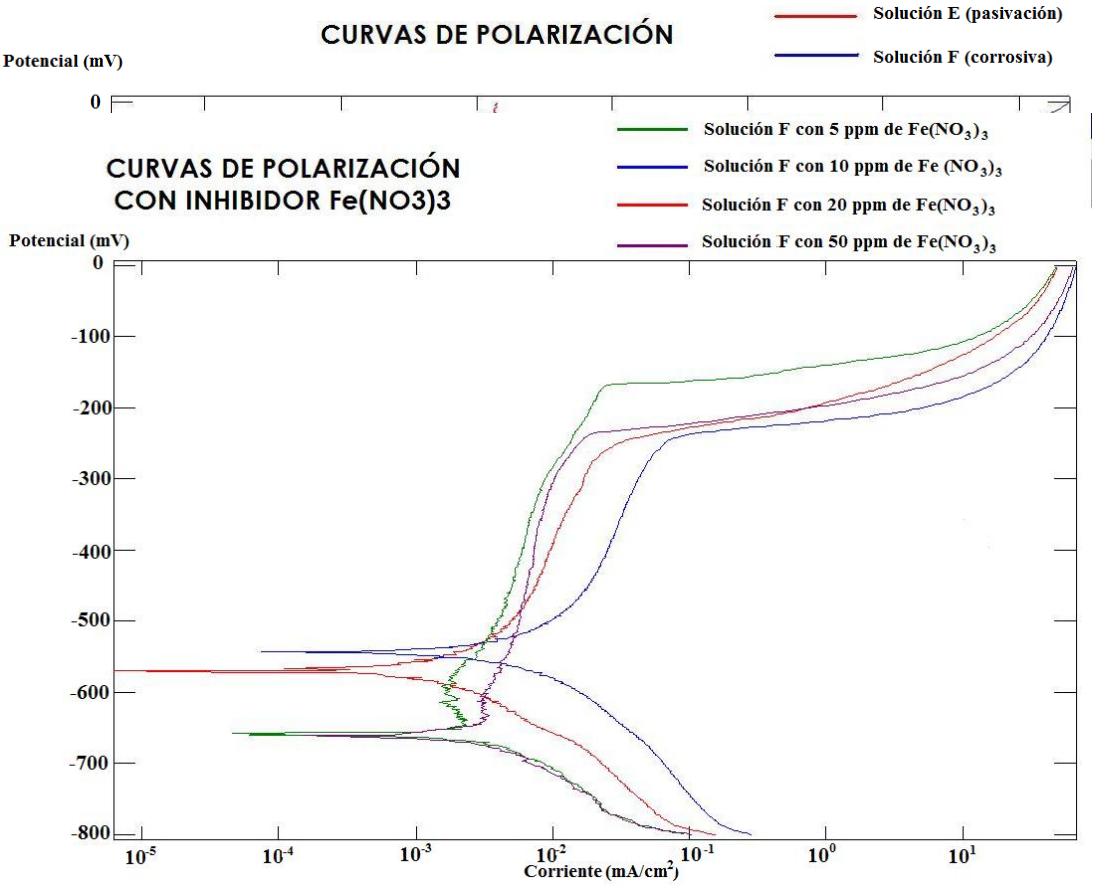


Figura 6. Comparativa de concentraciones de inhibidor $Fe(NO_3)_3$ en 5, 10, 20 y 50 ppm

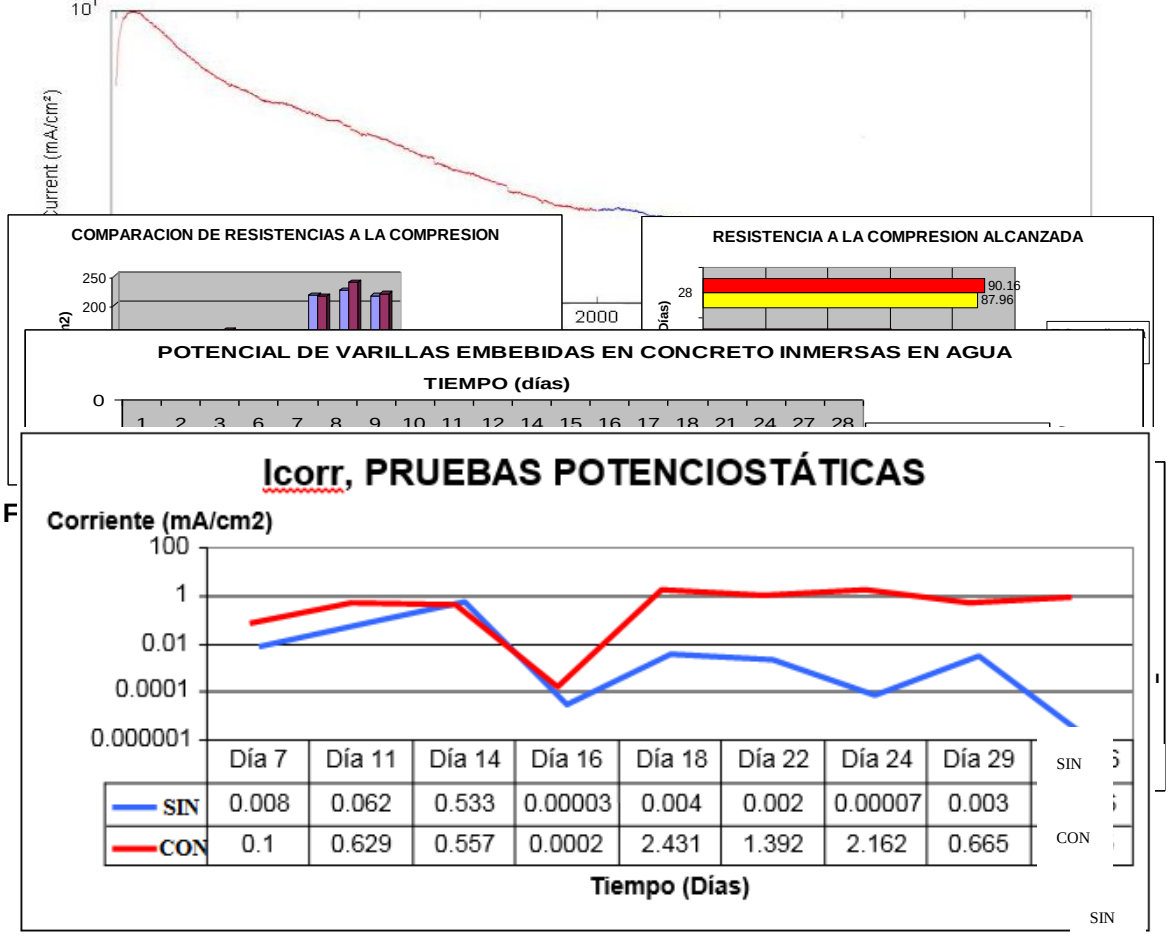


Figura 12. Potenciales del acero de refuerzo durante la exposición al medio alcalinc

Conclusiones

El Nylon 6,6 permite la adsorción, almacenamiento y liberación del inhibidor liberando el $Fe(NO_3)_3$ por disolución y/o por las reacciones de oxidación promovidas por el acero; la eficacia del inhibidor no puede establecerse a razón de la incertidumbre del proceso que ocurre internamente en el concreto. Claramente la modificación del concreto con los pelets no disminuye la resistencia a la compresión del concreto y permite la reutilización de algunos residuos sólidos para seguir produciéndolo.

Recomendaciones

- ✓ Utilizar el Nylon 6,6 en sustitución de uno de los agregados pétreos.
- ✓ Proponer el análisis de otros inhibidores a base de Nitratos

Agradecimientos

Al M.C. Manuel Brito Gaytan por las facilidades para utilizar el laboratorio de Ingeniería Civil y el equipo necesario para el “tronado” de cilindros. Al Dr. Rene Guardián Tapia por la colaboración en la obtención de las micrografías.

Referencias

1. P.R. Roberge, *Handbook of corrosion engineering*, Ed. McGraw-Hill, U.S.A., 1999, 833.
2. A.L. Franco, *Los cementos en el IX Congreso Internacional de Química Pura y Analítica*, Tomo I, 260, Madrid España, 1934.
3. E. Adbullayev, R. Price, D. Shchukin, Y. Lvov, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2009, Vol. 1, 17, 1437.
4. L. Arnal, M.Betancourt, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal,* Ed. Trillas, México, 2001, 384.
5. http://www.onncce.org.mx

CONSTRUCCION DE SEGUNDA ETAPA DEL AUDITORIO DEL MUNICIPIO DE JOJUTLA Y UN INFORME PREVENTIVO

S. Flores - Hernandez[1], J. Uribe [1], M.A. Chagolla[1,2], J. Ríos – Lira [4], D. García - Jaimes[4]

[1]Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27 Col. Centro, Zacatepec Morelos, México – chavafloresh@yahoo.com.mx, j-uribe007@hotmail.com [1, 2]Subdireccion Académica del Instituto Tecnológico de Zacatepec – chagolla@cenidet.edu.mx [4]Obras Publicas Estado de Morelos, Universidad 25 Cuernavaca Morelos - joni_corleone@outlook.com, ingdelfino@hotmail.com

***Área de participación**: Construcción*

Resumen: Este documento, da a conocer la construcción de una segunda etapa del auditorio municipal de la ciudad de Jojutla, en la parte posterior de dicho auditorio. Esta edificación fue autorizada para alojar a comerciantes que estaban a la intemperie y se ubicaban en calles para realizar sus actividades de venta provocando incomodidades para terceros. Para este proyecto el presupuesto autorizado por el gobierno del estado, contempla completamente la construcción de un inmueble estructurado por una cubierta denominada Arcotecho apoyado sobre una estructura de acero estructural. El proyecto incluyó: permisos y licencias, demoliciones, cimentación, columnas de acero, estructura soportante de acero, techumbre de lámina pintro, instalación eléctrica, pintura y limpieza general de la obra.

La decisión de utilizar este sistema en esta obra obedeció a la necesidad de disponer la instalación en el menor tiempo posible, con una inversión total de $ 1´170, 066.30. Por otra parte, la estructura es sencilla, limpia, económica y el mantenimiento es mínimo. Sus dimensiones son de 36.00 X 13. 43 m. Paralelamente a la construcción de este proyecto se realizó la evaluación del impacto ambiental para cumplir con el reglamento de políticas ambientales referentes a la construcción de establecimientos industriales, comerciales y de servicio.

Introducción.

Como una necesidad inmediata, las autoridades de Jojutla Mor., han decidido construir una ampliación en la parte posterior del auditorio municipal a base de una estructura llamada arcotecho. La decisión de utilizar este sistema de arcos de acero obedeció a que ofrece grandes ventajas como: a) son suficientemente fuertes y resisten temblores intensos y ráfagas de vientos de huracanes tropicales b) las técnicas de recubrimiento y selladores y sistema de fijación reducen notablemente el costo de la cubierta de acero, c) son versátiles por la variedad de colores, texturas y estilos y d) son de cubierta auto soportante. Es decir, son cerramientos o techos tipo membrana que distribuye uniformemente las tensiones recibidas, de origen térmico o climático. Estas tensiones son repartidas sobre las paredes en forma uniforme, contribuyen al reparto de cargas y trasmisión de estas en forma lineal a la cimentación[1].

Teniendo como referencia los datos anteriores, el Arcotecho utilizado en esta obra es un sistema constructivo auto soportante, a base de arcos de acero galvanizado fabricado en obra y unido entre sí por medio de un engargolado, que lo hace un sistema hermético completo debido a la ausencia de juntas transversales y

tornillos. La unión entre paneles por este método permite la ausencia de selladores.

Fundamento Teórico.

El arco es una estructura curva apoyada en sus extremos, soporta cargas que lo hacen trabajar a compresión. Su plano de curvatura, también es un plano de simetría para cada una de las secciones transversales. En tales condiciones las deformaciones tendrán lugar en ese plano y el problema de análisis será bidimensional[2]. Existen diversos tipos de arcos: isostáticos, hiperestáticos, triarticulados, curvos, parabólicos y elípticos. En el caso de este trabajo, se tiene un arco curvo e hiperestático. En la Figura 1 se muestra este tipo de arcos con apoyos empotrados A y B, separados por una distancia L, soportando una carga P y altura o flecha del arco.

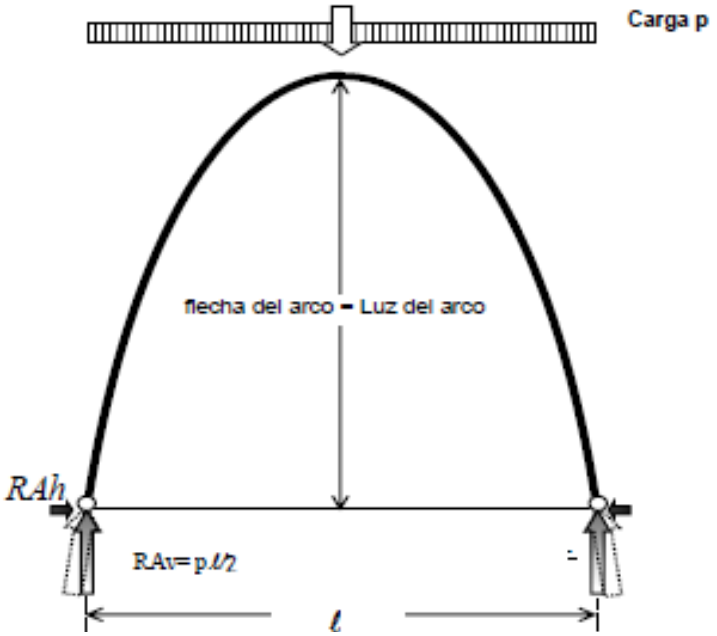


Figura 1. Arco hiperestático curvo. Fuente: Teoría de arcos y método de Cross aplicado al cálculo de estructuras. J.A. Dávila Baz, J. Pavón Permuy. España, 1997.

En la Figura 1, el arco, está sometido a fuerzas de compresión verticales (el peso propio y sobrecargas), se transmiten como fuerzas laterales; por esto, deben construirse los arcos junto a algún elemento que haga de estribo y /o un muro de contención[3].

En el caso de arcos modernos como los arcotechos, estos se construyen para reducir momentos flexionantes en estructuras de grandes claros y son utilizados para cubiertas de naves industriales. Este tipo de estructuras se diseñan de acuerdo con el criterio del Reglamento de Construcción del Distrito Federal. El Artículo 151 contempla las siguientes acciones de carga[4]:

Acciones permanentes. Son las que actúan en forma continua (cargas muertas en las que se incluyen el peso propio de la estructura y de los elementos secundarios).

Acciones variables. Son las que actúan con intensidad variable (carga viva en la que se incluyen el peso de las personas, equipo y maquinaria).

Acciones accidentales. Son aquellas que actúan y alcanzan intensidades significativas durante lapsos breves (cargas sísmicas y de viento). Estas cargas dependen del funcionamiento de la edificación.

Resultados y Discusión.

La estructura motivo de este documento, muestra características y propiedades por las cuales fue decidida su construcción. Están fabricados con lámina de acero galvanizado de calibre = 18 bajo la norma ASTM A653/A653M, grado 37 (37 Ksi). Estas laminas se fabrican en forma de curva que la convierte en una techumbre muy liviana y es autosoportante sin necesidad de estructura secundaria Este sistema ofrece ventajas sobre otros sistemas constructivos, ya que hacen a las cubiertas auto-soportables. La Figura 2 muestra la estructuración de un arcotecho en forma general.

Figura 2. Estructura del arcotecho. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Otra característica de esta estructura consiste en su hermeticidad. Es decir, para su fijación se engargola, no admite la perforación para evitar filtraciones. También es práctico puesto que se fabrica a pie de obra. Los paneles se fabrican en la obra con un equipo portátil que produce un perfil acanalado denominado

superspan. Este equipo, acanala la lámina lisa alimentada a la longitud de arco necesaria y le proporciona la curvatura de acuerdo al radio requerido, evitando así la presencia de traslapes[5]. En la Figura 3 se tienen las fachadas principal y posterior del arco. Ahí se indica la distancia entre apoyos de 13.43 m.

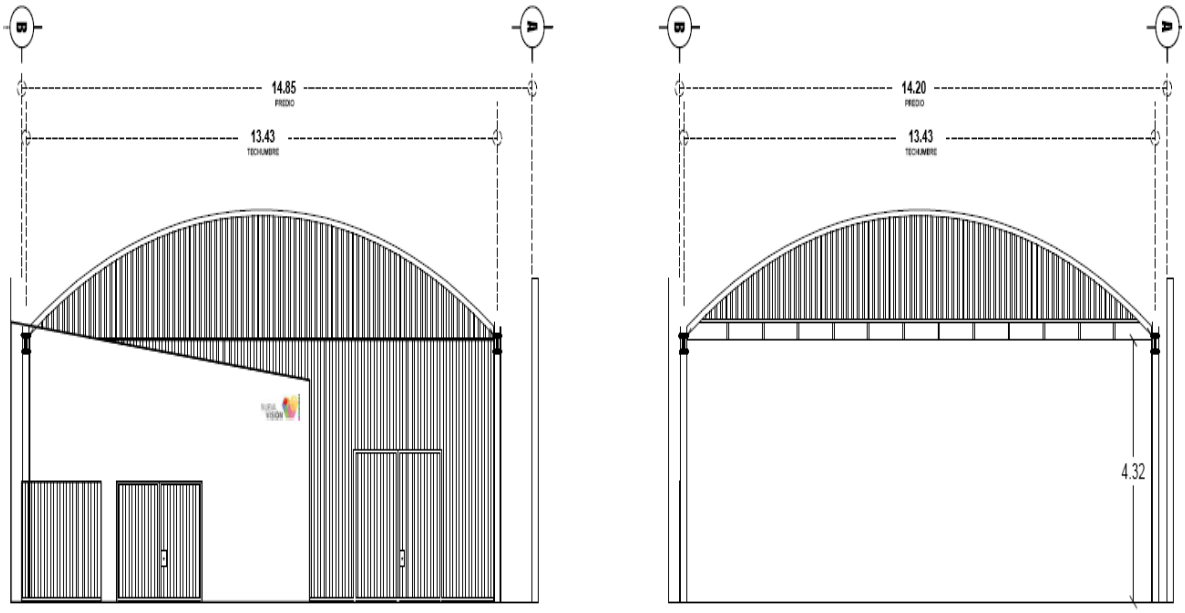


Figura 3. Fachadas principal y posterior. Fuente: Dirección General de Proyectos.

Ubicación física del proyecto

La construcción de arcotecho se ubica en la parte posterior del auditorio denominado Juan Antonio Tlaxcoapan", en la calle Constitución del 57 S/N, colonia centro perteneciente al Municipio de Jojutla Morelos, entre la calle Santos Degollado y calle Jesús Gonzales Ortega. La superficie del terreno según copia del plano catastral municipal de 2,706.00 metros cuadrados y con clave catastral N° 4100-01-043-014. La Figura 4, se tiene la ubicación de acuerdo al mapa local de acuerdo con un punto en color. Colinda, al norte en 39.62 metros con predio propiedad de Guadalupe García, al sur en 45.40 metros con calle Altamirano orienté 64 metros con calle Gonzales ortega y el poniente en 63.70 metros con predios propiedad de los señores Pomposo Pallares y María Cabrera.

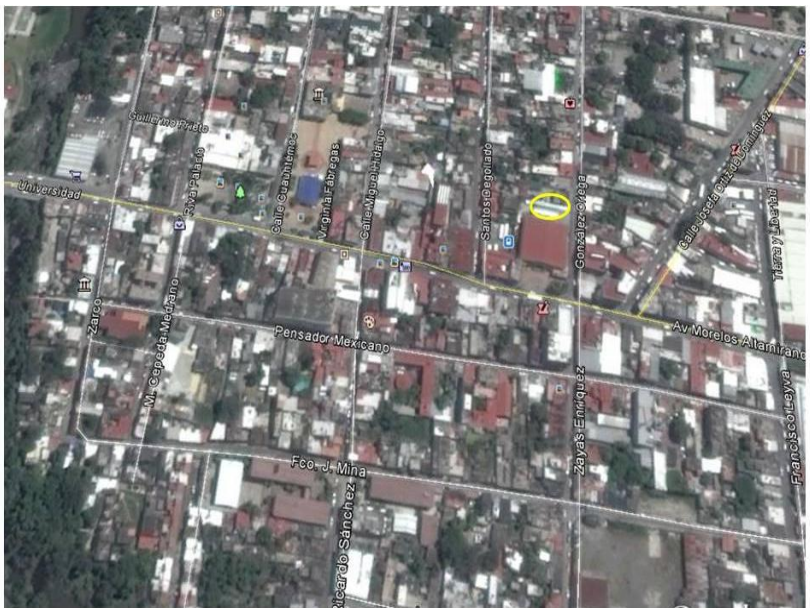


Figura 4. Localización de techumbre en la ciudad de Jojutla. Fuente: Google mapas.

El proyecto tendrá una vida útil de 20 años y cuenta con todos los servicios de urbanización, agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica, calles pavimentadas, transporte público, recolección de basura, vías de acceso. Sus dimensiones son de 36.00 *13.43 m con ejes a cada 6.00 m.

Programa de actividades y proceso constructivo

En la Tabla 1 se tiene un programa de actividades de obra. Se inicia con el trazo y nivelación de los ejes principales y se continúa con el desmontaje de estructura existente hasta la última actividad que es la de colocación de canalones para desalojar el agua de lluvia.

Este programa indica una ejecución de 11 semanas confirmándose así la rapidez del sistema de estructuración a base de arcotecho.

Tabla 1. Actividades de obra. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Trazo y nivelación	X										
2	Desmontaje de estructura metálica					X	X					
3	Demolición de muros					X	X					
4	Demolición de concreto					X	X	X				
5	Excavación					X	X	X				

La Tabla 1 continúa en la página siguiente

6	Construcción de zapatas								X			
7	Colocación, nivelación y columnas de acero									X		
8	Suministro y colocación de monten									X		
9	Suministro y colocación de tensores										X	
10	Suministro y colocación de cerchas										X	
11	Suministro y colocación de arco techo											X
12	Suministro y colocación de muros tímpanos										X	
13	Suministro y colocación de canalón											X
6	Construcción de zapatas								X			
7	Colocación, nivelación y columnas de acero									X		
8	Suministro y colocación de monten									X		
9	Suministro y colocación de tensores										X	
10	Suministro y colocación de cerchas										X	
11	Suministro y colocación de arco techo											X
12	Suministro y colocación de muros tímpanos										X	
13	Suministro y colocación de canalón											X

Secuencia de actividades

A continuación se muestra una serie de imágenes mostrando la secuencia de actividades.

Trazo, nivelación y excavación de terreno. Esta actividad se realiza con una brigada integrada por un topógrafo y tres auxiliares, equipo de topografía, balizas, estadales, y cinta métrica de 30 m. La excavación se realiza con herramienta manual. La Figura 5 indica cuatro secuencias de las actividades. Por ejemplo, en la secuencia uno se hacen labores de trazo y demolición de concreto y en la secuencia cuatro ya se ha ejecutado la excavación para un soporte.

Figura 5. Trazo, nivelación y excavación de zapatas. Fuente: elaboración propia con datos de campo

Cimentación. Esta se realiza inmediatamente al término de la excavación, se coloca una plantilla de concreto simple y cuando ha fraguado se coloca el acero de refuerzo del # 4 en dos capas para conformar la zapata. En la Figura 6 se tiene la ejecución de los trabajos de cimentación de zapatas. Es decir, suministro y colocación de acero de refuerzo para zapatas y dados de cimentación con acero de # 6, cimbrado, colocación de concreto y relleno de excavación para protección de zapatas. También se tiene el dado de cimentación ya terminado con su anclaje. Este anclaje servirá para sujetar las columnas de acero

Figura 6. Cimentación de zapatas. Fuente: elaboración propia.

Montaje de columnas, largueros y canalones de acero. En esta etapa re ejecuta el montaje de columnas a base de perfiles IPR (14”x6”x3/4”) con bases de placa de ¼ de pulgada de espesor. Estas columnas van colocadas en los dados de cimentación, se nivelan y plomean con la herramienta apropiada para estar en posición vertical.

Montaje de largueros monten y canalones. Esta actividad consiste en colocar la estructura llamada monten en los cabezales de las columnas. Este tipo de estructura es a base de cajas de acero de medidas 8”x2”x3/4” y asentadas en ángulo de 4x4”x1/4”. En la Figura 7 se observa el montaje de estas piezas sobre las columnas. Además se indica la preparación de canalones para agua pluvial.

Figura 7. Montaje, plomeo y nivelación de columnas y largueros monten. Fuente: elaboración propia.

Colocación de tensores y colocación de láminas en cubierta. En la Figura 8 se muestra la rigidez de la estructura principal a base de tensores de acero de 5/8" de diámetro con un templador al centro. Cada tensor se coloca en cada eje de columnas para obtener la rigidez deseada. También la figura indica el suministro de láminas en curvatura (flecha del 20% de la longitud) para cubierta en color blanco y calibre 22. La colocación de estas pieza consiste de varias etapas: a) instalación de andamios para la colocación del arcotecho, b) se colocación de las láminas por medios manuales (no se requirió el uso de grúa por la ligereza de las láminas; por cada 13 piezas se colocó un de acrílico para proporcionar entrada de luz externa.

Figura 8. Tensores y colocación de láminas en cubierta. Fuente: elaboración propia

Reconstrucción de concreto y limpieza de obra. La presentación final de la obra, consistió en reconstruir los pisos de concreto en las áreas que lo requirieron. También la de hacer limpieza general para la entrega del inmueble. La Figura 9 indica estas operaciones.

Figura 9. Reconstrucción de áreas de concreto y limpieza. Fuente: elaboración propia

Impactos ambientales generados

La construcción de una edificación conlleva la transformación del medio ambiente, el cual está conformado por factores y elementos físicos, naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos[6].

Para este proyecto, se establecieron los efectos que causaría en las diferentes fases de construcción así como un estudio detallado del impacto ambiental. En la Tabla 2 se tiene un código que permite identificar los impactos[7].

Tabla 2. Tipos de impactos. Fuente: Secretaria del Medio Ambiente

Valor	Descripción del impacto
0	No existen efectos adversos
A	Impacto adverso significativo, irreversible, regional, no mitigable
a	Impacto adverso poco significativo, reversible, local o puntual, mitigable
B	Impacto benéfico significativo, permanente, regional
b	Impacto benéfico poco significativo, positivo, temporal, local o puntual

Impactos generados durante la preparación del sitio de construcción

Utilizando la Tabla 2, se efectuó la evaluación de los impactos durante la preparación del terreno y durante la construcción. Para ello, se utilizó la Tabla 3. Se observa que los impactos no generan efectos adversos.

Tabla 3. Características del impacto antes de la construcción. Fuente: elaboración propia con datos de campo

Impacto	Características Antes de construcción	Características Durante la construcción
Contaminación atmosférica	a	a
Contaminación por ruido	a	a
Contaminación de agua	0	0
Contaminación térmica	0	0
Perdida de vegetación existente	0	0
Cambios en fauna silvestre presente en la zona	0	0
Reducción de superficies permeables	0	0
Disponibilidad de agua en la zona	a	0
Afectación al paisaje	0	0
Demanda de bienes y servicios	0	b
Generación y disposición de desechos sólidos	0	a
Cambios en patrones culturales	a	0

Conclusiones

Este documento ha cumplido con dar a conocer la construcción de un arcotecho en la parte posterior del auditorio municipal de Jojutla Mor. Además, y con apego al artículo 17, se realizó un informe preventivo en materia de impacto ambiental como lo establece la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Morelos en materia de evaluación del impacto y riesgo ambiental[7]

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico de Zacatepec y a la Revista NOUITZ por la oportunidad de publicar este documento para su divulgación.

Referencias

1 C. Jaimes. Arquitectura sostenible Centro Educativo, Cúcuta NS

2 J. Dávila; J. Pavón, *Teoría de arcos y método de Cross aplicado al cálculo de estructuras*. 1997.

3 J. Silberschlag (1772*). Ausfürlische Abhandlung der Hydrotechnik oder Wasser bauns*. 2007

4 L. Arnal; L, Betancourt. *Reglamento de Construcciones del Distrito Federal,* México, *2005.*

5 F. Gonzales. Tesis. *Análisis y diseño de una nave industrial.* Instituto Politécnico Nacional, 2009.

6 L. Morales. *Los impactos ambientales y su evaluación*. 1999.

ESTRUCTURACIÓN DEL CAMINO VEHICULAR TRAMO ZACATEPEC – JOJUTLA (CASA BLANCA)

S. Flores - Hernandez[1], J. Uribe – Medina[1], M. A. Chagolla – Gaona [1,2], M. Mejía – Ortiz[3], I. González – Espinoza[3]

[1]Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto Tecnológico de Zacatepec Calzada Tecnológico No. 27 Col Centro, Zacatepec Morelos, México – chavafloresh@yahoo.com.mx, j-uribe007@hotmail.com [1,2]Subdireccion Académica del Instituto Tecnológico de Zacatepec – chagolla@cenidet.edu.mx, [3]GR Diseño y Construcción SA de CV, Josefa Ortiz de Domínguez No. 11, Zacatepec Morelos.

***Área de participación**: Transporte*

Resumen: Debido a la importância de las comunicaciones terrestres entre ciudades, el objetivo de este trabajo es diseñar um pavimento flexible en la carretera que une el punto llamado "casa blanca" con la parte sur del município de Zacatepec y con la planta de tratamiento localizada en ese tramo. El diseño del pavimento ayudará a una mejor distribución y disipación de esfuerzos suministrados por los vehículos circulantes en esa región. Se hace mención de que la calidad en la construcción del pavimento va a depender de los materiales empleados. En este trabajo también se mencionan las actividades y/o trabajos constructivos relacionados con la estructuración de una carretera, se incluyen espesores de las partes que conforman dicha estructuración, especificaciones y los tipos de materiales requeridos en cada etapa de construcción.

Introducción.

Las vías de comunicación, son base del desarrollo de un país, deben ser capaces de competir y mejorar la calidad de vida. Por esto, los pavimentos carreteros requieren de un diseño y mantenimiento adecuados; también tienden a degradarse por el uso y el clima. La estructura de una vía de comunicación formada por una o varias capas de materiales, tiene como función permitir el tránsito de vehículos: con seguridad, comodidad y con el óptimo costo de operación.

La administración local, pretende reconstruir el camino que conecta al acceso a la planta de tratamiento "Casa Blanca" con el Municipio de Zacatepec. La reconstrucción se realizará con un pavimento flexible utilizando la normativa de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). La vida útil del proyecto deberá contemplar un horizonte de 15 años con una sección de corona de 6.00 m.

De acuerdo con las recomendaciones del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), el camino vehicular motivo de este trabajo corresponde a una obra vial Tipo II denominada estatal en la que se moviliza un Transito Diario Promedio Anual de 500 a 2, 500 vehículos[1]. Los pavimentos de una carretera se clasifican en dos tipos: Flexibles y/o asfalticos y rígidos y/o de concreto hidráulico.

Este trabajo se enfocará exclusivamente al diseño del pavimento flexible de esta vía de comunicación. Estos pavimentos se estructuran de tal manera que los materiales de mejor calidad se colocan en la superficie, congruentemente a la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular.

Dicha estructuración consta de: una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa base, una capa sub-base que usualmente son de materiales granulares; estas capas descansan en otra capa de suelo compactado llamada sub-rasante[2]. La Figura 1, indica la carpeta asfáltica de un pavimento flexible. Esta capa podrá tener un espesor de 5 a 10 cm de acuerdo con la especificación NTR-1 – 04 – 006/09 – H.3.6[2]. La Figura 1, también muestra los espesores de 10 – 30 cm de base y sub-base y de 20 – 50 cm de la sub-rasante.

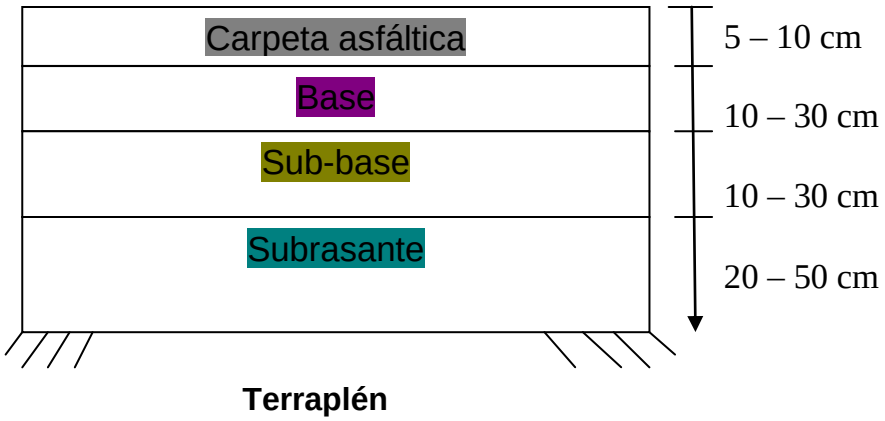


Figura 1. Corte transversal y estructuración de un pavimento flexible. Fuente: elaboración propia

Fundamento Teórico

Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM

El Método de Diseño de Pavimentos de la UNAM, fue ideado aproximadamente hace 40 años, desde ese tiempo los diseñadores de carreteras lo han utilizado para sus proyectos de pavimentos; a partir de esa fecha la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) lo ha adoptado y desarrollado en las vías de comunicación del país.

Variables de diseño

Las variables que intervienen en el diseño de un pavimento flexible son numerosas e interactúan entre sí; por tanto un proyecto adecuado debe analizar todos los factores que intervienen. Entre los más importantes destacan: estructurales, de clima, y condiciones regionales y las de tránsito (los detalles de cada una se analizaran posteriormente).

Este método se basa en el análisis de datos experimentales en tramos de prueba, en carreteras ya en servicio, datos de investigación teórica y de experimentación en laboratorio. Actualmente, el método está preparado para ser utilizado con la ayuda de gráficas, con calculadoras programables y con software[3]

Resultados y Discusión

Procedimiento de cálculo

Este método considera como datos de entrada básicos: el tipo de carretera, el número de carriles, la vida de proyecto, el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), tasa de crecimiento y variables adicionales sobre características del terreno y materiales, clima, nivel freático y precipitación pluvial. En la Tabla 1 se tienen los parámetros básicos. Esta tabla se complementa con otras para explicar cada uno de estos términos.

Tabla 1. Datos de entrada en la utilización del Método de la UNAM. Fuente: elaboración propia

Nivel de confianza Q = 90 %	CD = 52.0%
Vida Útil n = 15 años	Sección de camino = 6.00 m
Tasa de crecimiento = 10.0%	TDPA = 10, 638

Los datos que contiene la Tabla 1, se explican a continuación:

a) El nivel de confianza Q = 90%. Este parámetro se refiere al desempeño del pavimento frente a las solicitaciones exteriores. La confiabilidad es la probabilidad que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante la vida útil del proyecto bajo cargas e intemperismo. La Tabla 2, indica los valores utilizados comúnmente del nivel de confianza que va de acuerdo con la clasificación de los caminos.

Tabla 2. Valores de confianza en una carretera. Fuente: Santiago Corro. Diseño estructural de pavimentos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. Instituto de Ingeniería. México 1999.

Clasificación del camino	Urbano	Rural
Autopistas	85 – 99.9%	80 – 99.9%
Arterias principales	80 – 99%	75 – 99%
Colectoras	80 – 95%	75 – 95%
Locales	50 – 80%	50 – 80%

a) la vida útil del camino refiere que en los próximos 15 años, la carpeta de rodamiento perdurara con un mantenimiento rutinario cada 5 años como lo establece la SCT.

b) tasa de crecimiento. Este parámetro representa el crecimiento del tráfico promedio anual. En el caso de este trabajo, se utilizan los datos del renglón cinco de la Tabla 3.

Tabla 3. Valores recomendados de la tasa de crecimiento. Fuente: Ministerio del Transporte y Obras Públicas. Estudio de tráfico vehicular, cálculo del TDPA actual y Futuro. Ecuador, 2013.

Caso	Tasa de crecimiento
Crecimiento normal	1% a 3%
Vías completamente saturadas	0% a 1%
Con trafico inducido	4% a 5%
Alto crecimiento	Mayor al 10%

c) coeficiente de distribución de tránsito (CD). relaciona la distribución del tránsito en los carriles de una carretera. Es decir, en un camino de dos carriles (uno en cada dirección), el coeficiente de distribución es igual a 50% para cada uno. Por lo tanto, en una vía de varios carriles un auto se distribuirá de acuerdo a los valores recomendados de la velocidad para su circulación. La Tabla 4 propone los valores de CD. Este trabajo utiliza un CD = 50%

Tabla 4. Coeficiente de distribución de tránsito (CD). Fuente: Tabla 2. Valores de confianza en una carretera. Fuente: Santiago Corro. Diseño estructural de pavimentos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. Instituto de Ingeniería. México 1999.

Número de carriles en ambas direcciones	Coeficiente de distribución (CD), para el carril de proyecto
2	50
4	40 – 50
6 o mas	30 – 40

d) Sección del camino = 6.00 m.
e) Transito Diario Promedio Anual (TDPA). Representa el promedio aritmético de los volúmenes de transito aforados durante un año. Para ello se utiliza la información que aporta Datos Viales Edición 2013 de SCT. Siendo esta de 9, 388 vehículos de esta cifra el 87.3% corresponden a automóviles, Vans y Pick Ups (Tipo A).

Para obtener datos reales del TDPA, se ha efectuado un aforo vehicular en el punto llamado “Casa Blanca”. En la Tabla 5, se tiene el aforo correspondiente al tramo Jojutla – Real de San Nicolás.

Tabla 5. Aforo vehicular. Fuente: datos de campo

Hora Vehículo	7.00 – 8.00				8.00 – 9.00				9.00 – 10.00				10.00 – 11.00				Total
A	5	5	5	4	5	4	5	4	3	4	3	4	2	3	3	2	61
C2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	6
Total	6	5	6	4	5	5	5	5	3	5	3	4	2	3	3	3	67

Los resultados del aforo, indican 67 vehículos diarios. A los usuarios de estos vehículos se les formuló las preguntas de “origen - destino” y 32 usuarios contestaron que su destino era la ciudad de Zacatepec. Con este dato se puede obtener el TDPA = 32*365 = 11, 680 vehículos.

Valor Relativo de Soporte (VRS)

Es un índice de resistencia al corte y se conoce como un porcentaje de la caga necesaria para introducir un pistón estándar (área de penetración = 19.35 cm2) en espécimen de sueño a razón de 0.127 cm/min; mide la carga aplicada para penetraciones que varíen en 0.25 cm. La carga debe ser tal que se tenga la misma penetración en un material patrón triturado llamado caliza[4].

Para este trabajo se estimaron los valores de un (VRS) para cada una de las capas que conforman la estructura del camino vehicular. Esta información se proporciona en la Tabla 6.

Tabla 6. Valor Relativo de Soporte. Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Núm.	Km	VRS%	Subrasante		Sub-base		Base		Espesor de Carpeta (cm)
			Espesor (cm)	VRS%	Espesor (cm)	VRS%	Espesor (cm)	VRS%	
1	0+100	2.6	29	31	25	68	16	97	6
2	0+200	2.7	33	27	24	70	15	99	7
3	0+300	2.4	35	28	21	71	19	95	6
4	0+400	2.4	31	23	20	71	18	96	6
5	0+500	3.3	29	26	15	72	22	98	5
6	0+600	3.2	25	29	14	70	24	96	5
7	0+700	4.5	30	30	20	70	22	97	7
8	0+800	4.7	33	32	28	70	23	98	5
9	0+900	3.0	25	31	23	75	25	95	5

La Tabla 6 continúa en la siguiente página

10	1+000	3.2	28	33	21	71	21	98	6
11	1+000	4.3	27	30	25	72	23	96	7
12	1+100	3.6	32	29	21	67	23	96	7
13	1+190	3.3	32	32	23	72	21	96	6

Los valores del VRS se localizan en la Tabla 6 y corresponden a cada capa, es decir, para la Subrasante y en el Km 0 + 100 se tiene un valor de 31%, para la sub-base se tiene un valor de 68% y para la base de 97%. Dichos valores se comparan con los recomendados por el Instituto Mexicano del Transporte. Para ello se tiene la Tabla 7 que contiene los valores del VRS crítico en porcentaje de las capas base y sub-base.

Tabla 7. Valores recomendados del VRS. Fuente: A. Rico; J. Orozco; R. Téllez; A. Pérez. Manual de calidad de los materiales en secciones estructurales de pavimentos carreteros, 1980

Base (cm)	Sub-base (cm)
100 - 80	40 - 30

Comparando los valores del VRS calculado en Tabla 6 con el recomendado en Tabla 7, se observa que estos son adecuados; por lo tanto, las capas base y sub-base estructuralmente funcionaran bien para soportar el transito de diseño.

En el caso de la carpeta de rodamiento la Secretaria de Comunicaciones y Transportes recomienda utilizar los espesores de carpeta asfaltica en funcion de los ejes equivalentes. Un eje equivalente es la cantidad pronosticada de repeticiones de carga equivalente de 18, 000 libras (8.2 ton) para un periodo determinado. Se utiliza esta carga equivalente ya que el transito esta compuesto por vehiculos de diferente peso y eje.

Los espesores mínimos especificados para las capas de base y sub-base se tienen en la Tabla 8, de acuerdo con el nivel de tránsito[5].

Tabla 8. Espesores mínimos de capas en cm. Fuente: Santiago Corro C. Guillermo Prado O. Diseño estructural de pavimentos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. Instituto de Ingeniería. México 1999.

Nivel de transito	Ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas (18,000 libras)
I	$\Sigma L <= 10^6$

La Tabla 8 continúa en la siguiente página

II	$10^6 < \Sigma L < = 10^7$
III	$10^7 < \Sigma L < 5*10^7$
IV	$5*10^7 < \Sigma L$

Conocido el nivel de tránsito equivalente y el nivel de tránsito dados en la tabla 8, se podrán conocer los espesores de las capas del pavimento indicados en la Tabla 9.

Tabla 9. Espesores mínimos de capas en cm. Fuente: Santiago Corro C. Guillermo Prado O. Diseño estructural de pavimentos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. Instituto de Ingeniería. México 1999.

Capa	I	II	III	IV
Carpeta	0	5	5	5
Base	15	15	15	15
Sub-base	15	15	15	15
Subrasante	30	40	40	40

Para complementar los datos de campo, se obtuvo la composición vehicular que transita por la carretera “Jojutla – Real de San Nicolás”, se observa en la Tabla 10, el predominio de vehículos tipo A correspondiente a automóviles y vans.

Tabla 10. Composición vehicular. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Vehículo	%	Vehículo	%
A	86.20	C2	3.2
A2	0.0	C3	2.2
B	0.0	C5	0.0
B3	0.0	C6	0.0
B4	0.0	C7	0.0

Tabla 10. Composición vehicular. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Tránsito Equivalente Acumulado (ΣL)

Para determinar ΣL, se procesan los datos de la tasa de crecimiento en porcentaje anual dados en la Tabla 3, el TDPA inicial mostrados en la Tabla 5, y la composición vehicular detallada, considerando desde los automóviles y vehículos ligeros hasta los vehículos más pesados de carga. Los cálculos de este parámetro se tienen en la Tabla11.

El Tránsito Equivalente Acumulado, es la cantidad pronosticada de repeticiones de eje de carga equivalente de 8.2 Ton para un periodo determinado, se utiliza

esta carga equivalente por efectos de cálculo, ya que el transito está compuesto de diferente peso y eje. Es decir, un auto tiene dos ejes y pesa menos que un tráiler y por lo tanto el peso que descargan al pavimento es diferente[6]. El Tránsito Equivalente Acumulado de 8.2 Ton durante *n* años de servicio, se determina mediante:

$$\sum L = C^{'} * T_o$$

Dónde:

$\sum L$ = tránsito acumulado durante n años de servicio y tasa de crecimiento r en ejes equivalente de 8.2 ton.

T_o = tránsito medio diario durante el primer año de servicio para el carril de diseño en ejes equivalentes de 8.2 ton (18,000 libras)

$C^{'}$ = coeficiente de acumulación de tránsito para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r

$$C^{'} = 365\left|\frac{(1-r)^n - 1}{r}\right|$$

r, es la tasa de crecimiento de la composición vehicular
n, es el periodo del proyecto en años.

En la Tabla 11, se muestra el cálculo de ΣL acumulado. El resultado corresponde a un ΣL = 7.69E+07

Tabla 11. Transito equivalente acumulado. Fuente: elaboración propia mediante Excel

		Coeficiente de daño								
vehículo	% Veh	Carpeta	Base	Sub Base	Sub rasante	Terra-plen	Carpeta	Sub Base	Sub rasante	Terra-plen
		Z=0	Z=15	Z=30	Z=60	Z=100	Z=0	Z=30	Z=60	Z=100
A	46.1	0.536 0.536	0.064 0.002	0.023 0.000	0.015 0.000	0.00 0.00	0.2471 0.000	0.0106 0.0000	0.0069 0.0000	0.000 0.000
B	2.0	2.00 2.00	1.89 0.785	2.457 0.520	2.939 0.443	0.00 0.00	0.040 0.000	0.0491 0.000	0.0588 0.0257	0.000 0.000
A´2	30.5	2.00 2.0	2.444 0.123	4.015 0.028	5.517 0.014	0.753 0.040	0.6100 0.000	1.2246 0.000	1.6827 0.000	1.20 0.002

La Tabla 11 continúa en la siguiente página

C3	2.2	3.00	3.530	3.734	5.041	5.488	0.0660	0.0770	0.0821	0.11	0.351
		3.00	0.154	0.039	0.023	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C5	1.0	5.00	0.5992	5.939	7.642	8.199	0.0500	0.0599	0.0891	0.0764	0.394
		5.00	0.160	0.040	0.023	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C6	17	6.00	5.927	5.877	7.567	8.120	1.0200	1.0076	0.9991	1.2864	0.260
		6.00	0.154	0.040	0.023	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C9	1.2	9.00	6.809	4.451	4.471	4.481	0.1080	0.0817	0.0534	0.0537	0.072
		9.00	0.165	0.041	0.020	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Transito Equivalente Unitario					2.1411	2.0396	2.5080	3.3014	1.1990
		TDPA Carril Proyecto					5331.17	5331.17	5331.17	5331.17	5331.17
		CT					11596.95	11596.9	11596.9	11596.9	11596.9
		ΣL					1.37E+08	1.31E+08	1.61E+08	2.12E+08	7.69E+08

Para el análisis del Tránsito Equivalente Acumulado (ΣL), el método inicia el cálculo de los coeficientes de daño a diferentes profundidades de la estructura del pavimento, lo cual podrá procesarse con el empleo de la ecuación general incluida en este trabajo.

Se determina el coeficiente de daño de cada vehículo en condiciones de carga reglamentada y vacíos, para profundidades de Z = 0 cm para obtener los ejes equivalentes en carpeta y base, y Z= 30 cm para el resto de la sección.

Obtenidos los coeficientes de daño para todos y cada uno de los vehículos vacíos y cargados a las profundidades Z = 0 y Z = 30, se multiplican éstos por la composición del tránsito en porcentaje. Con ello, se obtendrá el Número de ejes equivalentes para cada vehículo y para cada profundidad.

Al efectuar la sumatoria de tales valores en el carril de proyecto por el coeficiente de acumulación del tránsito CT y por el valor de TDPA inicial, se obtendrá el tránsito equivalente acumulado ΣL para las capas de carpeta y base, y sub-base y terracerías respectivamente. Finalmente, el método presenta un procedimiento sencillo para obtener los espesores equivalentes de diseño de la sección estructural del pavimento, el Valor Relativo de Soporte Crítico de cada capa y el tránsito equivalente acumulado en ejes sencillos de 8.2 ton en el carril de proyecto.

Proyecto definitivo

Finalmente, se tiene la Tabla 12 donde se muestran los espesores de cada una de las capas que conforman la estructura de la carretera.

Tabla 12. Espesores de cada capa de la carretera. Fuente: elaboración propia, mediante el Método de la UNAM.

Capa	Espesor (cm)
Carpeta asfáltica	6
Base hidráulica	20
Sub-base hidráulica	20
Sub-rasante	30
Terreno natural	20

Conclusiones

En este trabajo, se obtuvieron los espesores en centímetros de las capas que conformaran la estructura de la carretera "Casa blanca – Zacatepec", mediante el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Los datos obtenidos fueron comparados con los recomendados por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes y se aceptan para la construcción de la vía.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico de Zacatepec y a la Revista NOUITZ por la oportunidad de publicar este documento para su divulgación.

Referencias

1 A. Rico; J. Orozco; R. Téllez; A. Pérez. *Manual de calidad de los materiales en secciones estructurales de pavimentos carreteros*, 1980.
2 Cámara Nacional del Cemento. *Pavimentos rígidos*. 2010
3 Secretaria de Comunicaciones y Transportes. *CTR Construcción de Carpetas Asfálticas con Mescla en Caliente.* 2009
4 A. Rico; R. Téllez; P. Garnica. "*Pavimentos flexibles, problemática metodologías de diseño y tendencias".* 1998.
5 S. Corro; G. Prado. *Diseño estructural de pavimentos, incluyendo carreteras de altas especificaciones*.1999
6 G. Thenox; F. Halles; A. González. *Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito.*2002

INFLUENCIAS DE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

E.G. Carrillo-González, R.B. Cervantes-Quintana, O de la Paz Soto, A. Sedano- Peñaloza, S. Torrez- Peralta.

Instituto Tecnológico de Zacatepec (I.T.Z.), Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos México erica.griselda@gmail.com; cervanteslab@gmail.com, osoto03@gmail.com, adrian_sedano@hotmail.com.

***Área de participación**: Ingeniería Civil del Siglo XXI*

Resumen –

El concreto es un material compuesto, en el cual existe una gran variabilidad en las características de sus componentes, especialmente en los agregados pétreos. Siendo éstas de carácter físico y químico, produciendo diferentes efectos, tanto en la trabajabilidad del concreto como en su comportamiento en estado endurecido, el cual regirá su vida de servicio. Se presenta en este artículo avances en el tema de los agregados para concreto y puede ser útil, tanto para el diseñador o el constructor de estructuras, como para el estudiante interesado en el tema de la tecnología del concreto, siendo una guía para lograr una mejor comprensión del importante papel que los agregados desempeñan en el material.

El objetivo del presente trabajo es presentar el estado del arte sobre los agregados y su influencia en las características del concreto tanto en estado fresco como endurecido.

Introducción

El concreto es un material pétreo artificial que se obtiene de la mezcla, en determinadas proporciones, de pasta y agregados minerales. La pasta se compone de cemento y agua, que al endurecerse une a los agregados formando un conglomerado semejante a una roca debido a la reacción química entre estos componentes. Para lograr las mejores propiedades mecánicas, el concreto debe contar con un esqueleto pétreo empacado lo más densamente posible, y con la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar los huecos que éste deje (Palbol 1996).

El esfuerzo que el concreto puede resistir como material compuesto, está determinado principalmente, por las características del mortero (mezcla de cemento, arena y agua), de los agregados gruesos y de la interfase entre éstos dos componentes. Debido a lo anterior, morteros con diferentes calidades y agregados gruesos con diferentes características (forma, textura, mineralogía, resistencia, etc.), pueden producir concretos de distintas resistencias.

Los agregados son un componente dinámico dentro de la mezcla, aunque la variación en sus características puede ocurrir también durante los procesos de explotación, manejo y transporte, ya que forman la mayor parte del volumen del material, por lo tanto se consideran componentes críticos en el concreto y tienen un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras.

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados. Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de las características de los agregados pétreos que utilizan, lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados

Propiedades físicas de los agregados

El 100% de los concretos que se elaboran en México ocupan para su fabricación agregados que pueden ser obtenidos de dos fuentes: en depósitos de origen natural (ríos, playas, etc.) y como productos de trituración de roca. En la tabla 1 se presenta información sobre el origen, características físicas distintivas y su influencia en el concreto (cuando se utilizan como agregados), de las 3 familias de rocas conocidas, que son: ígneas, sedimentarias y metamórficas (Tabla 1).

Desde el punto de vista de su tamaño, los agregados se dividen en dos grupos: los agregados finos y los agregados gruesos. Los primeros consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que van desde 5 mm hasta mayores de 60 µm; los segundos son aquellos cuyas partículas son mayores a 5 mm y hasta 125 mm (Neville 1999).

De acuerdo a su peso específico, los agregados se dividen en ligero, normal y pesado; estas diferencias los hacen aptos para producir concreto con cierta variedad en el peso unitario, el cual es una característica básica del material. Algunas otras importantes propiedades físicas de los agregados son: la forma y textura de las partículas, la porosidad, la absorción, la densidad, la adherencia, la resistencia, etc. También es de suma importancia la granulometría de los agregados, y el tamaño máximo del agregado (para la grava), tanto en el comportamiento del concreto en estado plástico, como en su estado endurecido.

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm, deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben ser partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean consideradas como materia orgánica son indeseables para la elaboración de un concreto.

Tabla 1. Clasificación de las rocas

Tipo de roca y origen		Nombre	Observaciones relativas a su uso en el concreto
Ígneas	Plutónicas	Granito	Fácilmente intemperisable en clima tropical
		Gabro	Alto peso específico
	Volcánicas piro clásticas	Riolita	Altamente reactiva con los álcalis del cemento
		Basalto	Alta resistencia a la compresión, porosa y resistente a la abrasión
		Tobas	Dependiendo de la mineralogía pueden ser reactivas y algunas son muy deleznables
Sedimentarias	Clásticas	Arenisca	Puede contener cementante sílico que es reactivo con los
		Lutita	Puede presentar baja resistencia a la compresión, puede hidratarse a través de los materiales arcillosos
	No clásticas	Caliza	Altamente soluble
		Marga	Sus minerales arcillosos puede hidratarse fácilmente
		Dolomita	Sus componentes mineralógicos pueden provocar la reacción álcali-carbonato (a través de la desdolomitación)
		Yeso	Muy ligero, baja resistencia a la abrasión
		Carbón	Ligero, deleznable y/o frágil, produce problemas durante la hidratación del cemento pórtland
Metamórficas	Foliadas	Pizarra pilita	Deleznable
		Esquisto	A veces muy deleznable
	No foliadas	Hornfels	

Debido a lo anterior, las impurezas orgánicas contenidas en los agregados finos afectan el fraguado y el endurecimiento, pudiendo causar deterioros al concreto en estado endurecido.

Una cantidad alta de materia orgánica contenida en los agregados finos puede afectar también la adherencia, entre los componentes del concreto; en muchos de los casos, dependiendo el contenido de materia orgánica en los agregados finos, se requerirá de aumentar la cantidad de agua requerida.

La materia orgánica es producto de la descomposición de los vegetales y sustancias carbonosas, cuya composición química es ácido tánico y sus derivados conocidos con el nombre de humus. Cuando la presencia de humus es alta, especialmente en las arenas que por su tamaño suelen retener más materia orgánica, se impide total o parcialmente el fraguado del cemento. Para determinar el contenido de materia orgánica de las arenas, se ejecuta un ensayo cualitativo, según la norma NMX-C-076-0NNCCE. Esta norma específica la forma de realizar el ensayo, para la aceptación o rechazo de la arena comparando la coloración que produce la muestra de arena al agregarle una solución de hidróxido de sodio al

3%; esta solución se disuelve con el agregado fino (arena) dejándose reposar por 24 hrs, y se compara el tono adquirido de la solución por el método A, consistente en una tabla de colores cuyo resultado es un número que indica el color de referencia, o método B, a través de una solución de referencia, llamada color-patrón a base de bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en ácido sulfúrico concentrado. La presencia de estas partículas como terrones de arcilla, carbón, madera, lignito, mica, pueden disminuir la resistencia del concreto, o poner en peligro su durabilidad.

Los agregados son potencialmente dañinos si contienen compuestos que reaccionen químicamente con el cemento Portland, haciendo que se produzcan cambios significativos en el volumen de la pasta o del agregado o de ambos, también generan interferencia en la hidratación normal del cemento.

Los agregados son un componente dinámico dentro de la mezcla, aunque la variación en sus características puede ocurrir también durante los procesos de explotación, manejo y transporte, produciendo por ende un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras (Chan 1993).

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados.

Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de las características de los agregados pétreos que utilizan, lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados.

Sección Experimental y/o **Fundamento Teórico**

El 100% de los concretos que se elaboran en México ocupan para su fabricación agregados que pueden ser obtenidos de dos fuentes: en depósitos de origen natural (ríos, playas, etc.) y de forma artificial como productos de trituración de roca.

Los agregados son materiales que abarcan fundamentalmente a las arenas y gravas naturales o procedentes de bancos de rocas. En términos generales, los agregados ocupan aproximadamente del 60-85% del volumen total de la mezcla (70-85% del peso) del volumen del concreto, constituyendo así uno de los materiales más utilizados en la construcción, oscilando su consumo anual entre 5 y 10 toneladas por habitante en los países industrializados y llegando, en casos específicos, hasta 20 toneladas por habitante. Por lo tanto su calidad es de considerable importancia, no solamente desde el punto de vista económico sino también desde otros, no menos importantes, como la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y en general del comportamiento estructural del concreto.

ÁRIDO FINO

Los áridos finos o arenas es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas, extraída de los ríos, los lagos, depósitos volcánicos o arenas artificiales, esto es, que han sido manufacturadas. Este debe ser por lo general, químicamente inerte, libre de cualquier recubrimiento y el cual está conformado normalmente por partículas entre 4.75 y 0.075mm.

La granulometría del agregado fino va de aquel diámetro que pasa la malla No. 4 y se retiene en la malla No. 100. Debe de estar libre de impurezas orgánicas que para su uso se clasifican las arenas por su tamaño. Para lograr lo anterior, se les hace pasar por unas mallas que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos.

Arena fina: es la que sus granos pasan por una malla de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm.

Arena media: es aquella cuyos granos pasan por una malla de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm.

Arena gruesa: es la que sus granos pasan por una malla de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm.

Un agregado fino con partículas de forma redondeada y textura suave se ha demostrado que requiere menos agua de mezclado

GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO FINO

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un árido tal como se determinan por el análisis granulométrico. El tamaño de partícula del árido se determina por medio de mallas con abertura cuadrada. Las siete mallas para agregado fino, tienen aberturas que varían desde la malla No. 4 hasta la No.200. Las trece mallas para el agregado grueso tienen aberturas que varían desde 3/8” hasta 4”.

Existen varias razones por las que se pueden adecuar las especificaciones de los límites granulométricos y el tamaño máximo de árido. Las cuales pueden variar de acuerdo a las necesidades de cada usuario como puede ser, afectar las proporciones relativas de los áridos, así como los requisitos de agua y cemento, trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

La composición granulométrica de la arena se acostumbra a analizar por su separación en siete fracciones, cribándola a través de mallas normalizadas como “serie estándar”, cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida, (NOM-C-150/ASTM C-100).

Para asegurar una razonable continuidad en la granulometría del árido fino, las especificaciones de agregados para concreto, requieren que en cada fracción exista una proporción de partículas comprendidas dentro de ciertos límites,

establecidos empíricamente. Dichos límites, que definen el uso granulométrico se muestran en la gráfica 3.1, (NOM-C-111/ASTM C-33).

El árido fino debe de estar dentro de los límites indicados y cumplir con la norma NOM-C.111/ASTM- C-33, es decir, estar dentro de los límites indicados en la especificación, donde el módulo de finura no debe ser menor de 2.2% ni mayor de 3.2%.

Las arenas cuyo módulo de finura es inferior a 2.20, normalmente se consideran demasiado fina e inconvenientes para esta aplicación, porque suelen requerir mayores consumos de pasta de cemento, lo cual repercute adversamente en los cambios volumétricos y en el costo del concreto. En el extremo opuesto, las arenas con módulo de finura de mayor de 3.2% resultan demasiado gruesas y también se les considera inadecuadas, porque tienen a producir mezclas de concreto ásperas, segregables y propenso al sangrado.

Si se excede de la tolerancia indicada en caso aceptado, puede utilizarse dicho agregado siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto para compensar dichas diferencias en la granulometría.

En el caso de la arena artificial, si el material más fino que el de la malla 200 consiste en polvo de fractura, esencialmente libre de arcilla o esquisto, estos límites pueden incrementarse en 5 y 7% respectivamente.

IMPUREZAS ORGÁNICAS

La materia orgánica que se presenta en los agregados, especialmente en los finos consiste en tejidos animales y vegetales que están principalmente formados por carbono, nitrógeno y agua. Este tipo de materia al encontrarse en grandes cantidades afectan en forma nociva las propiedades del concreto, como la resistencia, durabilidad y buen desarrollo del proceso de fraguado. Por esto es muy importante controlar el posible contenido de materia orgánica de una arena ya que ésta es perjudicial para el concreto. (ASTM-C-40)

El contenido de impurezas orgánicas se determina por medio de la prueba colorimétrica. Los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas y que produzcan un color más oscuro que el habitual deberán ser rechazados, a no ser que cumplan alguna de las condiciones siguientes:

- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si se comprueba que la decoloración se produjo debido a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares.
- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si cuando se ensaye, posee propiedades adecuadas para la fabricación de morteros y estos presenten una resistencia a la compresión no menor del 95 % a los 7 días, calculada según la norma ASTM C - 87.

En agregados se pueden encontrar algunas sustancias como lo es la materia orgánica, las cuales si se encuentran en grandes cantidades afectan o dañan algunas propiedades del concreto como lo son el tiempo de fraguado, resistencia y

durabilidad. De aquí proviene la importancia de detectar éste tipo de materia, saber cómo actúan y hasta que cantidad se pueden tolerar.

Al hablar de los perjuicios que tiene la materia orgánica en el concreto, también debemos hacer énfasis en los daños que causa en los materiales de refuerzo como el acero; donde aparece la corrosión que es uno de los mayores problemas en el concreto reforzado, produciéndose deficiencia en sus propiedades.

Como no todas las impurezas orgánicas son perjudiciales lo más aconsejable es realizar el ensayo colorimétrico, que es un método muy útil para conocer la cantidad de materia orgánica en los agregados.

En muchos casos los agregados para el concreto pueden estar contaminados con materias orgánicas, originadas por la descomposición de elementos vegetales, en forma de margas orgánicas. Estas impurezas pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo la resistencia, El control inicial del agregado se realiza de manera cualitativa, mediante una prueba colorimétrica, aplicable a los agregados finos como las arenas. El valor de este ensayo es indicar la presencia potencial de compuestos orgánicos, nocivos permitiendo así la realización de ensayos adicionales de mayor precisión.

El procedimiento de ensayo consiste en comparar una solución de referencia, de color-patrón, con la coloración de líquido que sobrenada, después de un período de 24 horas, sobre una muestra de arena, de aproximadamente 500 g, luego de mezclada con una solución al 3% de hidróxido de sodio en agua. La solución de referencia, debe ser preparada, en cada caso, disolviendo bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$- grado de reactivo) en ácido sulfúrico concentrado (peso específico 1.84) a razón de 0.250 g, por 100 cm^3 de ácido. Cuando el color del líquido de la muestra de ensayo es más oscuro que el color de referencia, se puede inferir la presencia de materia orgánica nociva para el concreto.

El procedimiento llevado a cabo para probar la influencia de la materia orgánica en las características del concreto, se conforma por 3 fases.

Primera fase. Se obtiene la Arena patrón, con una muestra de arena de aproximadamente 100 kg y se somete por medios químicos (hidróxido de sodio al 3%) para eliminar la materia orgánica que pudiera contener la muestra durante un periodo de 24 hr. Después de ese tiempo se elimina el agua y se vuelve a repetir el procedimiento 3 veces más hasta que el color del agua es transparente, corroborando así que la arena se encuentra libre de impurezas orgánicas.

Segunda Fase. Se toman 4 muestras de arena patrón de aproximadamente 10 kg, cada una, de las cuales 3 se contaminan al 1%, 2% y 3% respetivamente con materia orgánica, representada por suelo tipo arcilloso. Se toma una pequeña porción 200gr de las 4 muestras y se analiza el contenido de materia orgánica, de acuerdo como lo marca la norma NMX- C-111-ONNCCE-2004

Tercera fase. Se realizan 4 mezclas de concreto, donde se mantienen constantes las cantidades de cemento, agua, grava y se adicionan para cada una de las ellas las Arenas obtenidas en la Fase 2, manejando el mismo peso de arena para todos los casos. Una vez mezclados los materiales se determina el Revenimiento de

acuerdo a la norma NMX-C-156-ONNCCE. Realizar cilindros de concreto de acuerdo a lo que especifica la norma NMX-C-156- Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio. Se debe determinar la resistencia a compresión a los 28 días de acuerdo a lo que indica la norma NMX-C-083. Para ver la afectación de la inclusión de la materia orgánica en las mezclas de concreto.

Resultados y Discusión

La absorción es quizás la propiedad del agregado que más influye en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, disminuyendo la manejabilidad de la mezcla. Si dos tipos de agregados tienen absorción similar, otros factores secundarios serán de importancia en la consistencia de la mezcla, tales como forma, tamaño y graduación; ya que mientras mayor superficie del agregado sea necesario cubrir con pasta, se tendrá menos fluidez. Una buena consistencia y manejabilidad de la mezcla se obtiene con la combinación de índices bajos de absorción y un coeficiente bueno de forma, en donde las partículas son aproximadamente redondas.

Por otro lado, si el contenido de cemento se incrementa, se afecta la consistencia del concreto; este incremento permite agregar más agua a la mezcla para mantener la relación agua/cemento. Por lo tanto, en algunas ocasiones puede ser necesario aumentar el contenido de cemento en la mezcla, buscando mejores consistencias para mezclas de concreto de resistencias no muy altas.

En el agregado fino hay dos elementos que deben ser considerados, por un lado el módulo de finura (MF), y por el otro la continuidad en los tamaños, ya que algunas arenas pueden tener módulos de finuras aceptables (entre 2.3 y 3.1) y carecer de alguna clase granulométrica. Si consideramos únicamente el módulo de finura, pueden obtenerse dos condiciones desfavorables: una de ellas existe cuando el módulo de finura es mayor a 3.1 (arena gruesa), en donde puede ocurrir que las mezclas sean poco trabajables, faltando cohesión entre sus componentes y requiriendo mayores consumos de cemento para mejorar su trabajabilidad; la otra condición es cuando el módulo de finura es menor a 2.3 (arena fina), en este caso puede ocurrir que los concretos sean pastosos y que haya mayores consumos de cemento y agua para una resistencia determinada, y también una mayor probabilidad que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado (Uribe 1991).

Por último, en el agregado grueso un contenido excesivo de materiales finos puede provocar problemas similares en el concreto a los que suele causar una arena con un módulo de finura menor a 2.3. Por medio de la prueba de pérdida por lavado se puede determinar este contenido, cuyo resultado se expresa como un porcentaje de la muestra.

Frecuentemente la variación de la resistencia del concreto puede explicarse con el cambio de la relación a/c, no obstante existe evidencia en la literatura que éste no siempre es el caso. Además por consideraciones teóricas, independientemente de

la relación a/c, las características de las partículas del agregado tales como el tamaño, la forma, la textura de la superficie y el tipo de mineral, influyen en las características de la zona de transición, y por lo tanto, afectan la resistencia del concreto (Mehta y Monteiro 1998).

La presencia de un porcentaje importante de materia orgánica en los agregados puede provocar problemas en la fabricación de concreto, ya que trae consigo efectos como inhibir la adecuada hidratación del cemento y por lo tanto causar un retraso en el endurecimiento del mismo. Los agregados contaminados pueden ser causa de reducción de la resistencia a la compresión del concreto; y además, pueden contener sustancias nocivas que afecten químicamente al material de diversas formas (Uribe 1991).

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de la implementación de materia orgánica en los componentes del concreto, se consideró para todas las pruebas una resistencia a compresión a 28 días de 250 kgf/cm^2.

Tabla 2. Resultado del Resistencia a compresión

Resistencia a compresión	Material patrón (0% materia orgánica)	Muestra contaminada con 1%	Muestra contaminada con 2%	Muestra contaminada con 3%
7 días	153 Kgf/cm^2	100 Kgf/cm^2	100 Kgf/cm^2	98 Kgf/cm^2
14 días	178 kfg/cm^2	175 Kgf/cm^2	174 Kgf/cm^2	163 Kgf/cm^2
28 días	250 kfg/cm^2	181Kgf/cm^2	177 Kgf/cm^2	175 Kgf/cm^2

Conclusiones

Se observó en esta primera corrida que se disminuyó la resistencia a compresión aproximadamente en un 30%, conforme se adicionó materia orgánica (suelo arcilloso) a la mezcla de concreto.

Gracias a los resultados obtenidos en el ensayo, nos damos cuenta que la cantidad de materia orgánica en el agregado fino afecta considerablemente la resistencia del concreto endurecido; en el concreto fresco se ve afectado el revenimiento, pues absorbe más cantidad de agua las muestras contaminadas con materia orgánica, produciendo un revenimiento menor, sin embargo la resistencia es considerablemente menor del concreto endurecido.

El proceso descrito se puede hacer cuantas veces sea necesario para corroborar la afectación de la materia orgánica en las características del concreto. Es importante también resaltar que el alto contenido de materia orgánica como es el caso de arcilla en el agregado fino ocasiona variación en las propiedades del concreto causando deficiencia en la resistencia, durabilidad y en el proceso de fraguado, debido a que las impurezas orgánica interfieren en las reacciones químicas de hidratación del cemento.

Se sugiere, en caso de que la resistencia obtenida estuviera por debajo del 85% de la alcanzada con la arena patrón, no deberá emplearse el agregado, por inadecuado.

Agradecimientos

Queremos agradecer el apoyo brindado por la División de Estudios de Posgrado e Investigación del ITZ, en especial a la Ing. Areli Salgado y al Ing. Salvador Torres Peralta, gracias a su buena disponibilidad permitió que este trabajo se enriqueciera con nuevas formas de analizar las arenas utilizadas en el diseño de mezclas.

Referencias

48. M. Monteiro Concreto, estructura, propiedades y materiales. IMCYC 2009
49. ACI 211, Proporcionamiento de mezclas. IMCYC, 2009
50. ACI 211 R-01, Guía para el uso de agregados. IMCYC, 2009
51. R. Muciño; Concreto para técnicos de la construcción. IMCYC, 2009

LAS OBRAS PORTUARIAS EN CUYUTLÁN, MANZANILLO, COLIMA

J. Miguel Ramírez C.[1], Celso Morales Muñoz[2], Arturo Pérez Castro[2], Enrique Álvarez G.[2]

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de la Tierra. Calzada Tecnológico No. 27. Zacatepec, Morelos. C.P. 62780. jose.rc@itzacatepec.edu.mx
[2] Dirección General de Puertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Boulevard Adolfo López Mateos, #1990, Colonia Alpes, C.P.: 01010. Las Flores, Unico PISO No. 7, México, Distrito Federal. cmmunoz@sct.gob.mx, aperezc@sct.gob.mx y ealvgalv@sct.gob.mx

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

Resumen

Al ser las actividades marítimas en México un factor indispensable para el desarrollo nacional, es eminente la necesidad de tomar como estudios relevantes a las obras portuarias. Dentro de estas, encontramos las obras de protección, el dragado, las obras de atraque y algunas veces las protecciones marginales.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), en su estrategia para suministro eléctrico, desarrollo la planeación para la importación de Gas Natural Licuado mediante la compra de GNL y de los servicios de Almacenamiento y Regasificación de GNL; así como la entrega de gas natural, permitiendo con esto, asegurar el abastecimiento de gas natural a las centrales de generación eléctrica.

Para llevar a cabo esta estrategia, se recurre a las obras portuarias, entre otras. Tales obras portuarias fueron encomendadas hacia la Dirección General de Puertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su diseño, ejecución, control, seguimiento y construcción.

Es necesario definir que el Dragado es la excavación ejecutada bajo el agua, en ríos, lagos, lagunas, estero o en el mar, con objeto de mantener o incrementar las profundidades, eliminar suelos de mala calidad, rectificar o mantener la sección de canales y áreas navegables. Por su parte Manley (1998), establece que una definición acerca de las obras de protección puede ser: estructuras destinadas a proteger alguna zona específica de la costa contra la acción destructiva de los diferentes fenómenos oceanográficos, principalmente el oleaje.

INTRODUCCIÓN

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), dentro de su estrategia de planeación para el suministro de energía eléctrica ha decidido desarrollar la infraestructura de la generación eléctrica con base a la tecnología de Ciclos Combinados y utilizar como combustible el gas natural, particularmente en la zona Occidente del País.

De esta manera la importación de gas natural por el Pacífico, mediante la compra de GNL y de los servicios de Almacenamiento y Regasificación de GNL y entrega de gas natural, es una opción que permitirá a la CFE asegurar el abastecimiento de gas natural a las centrales de generación eléctrica y constituye una fuente alterna de suministro de este importante combustible.

La CFE procedió a realizar los estudios correspondientes dando como resultado que el proyecto más viable en la Zona del Pacífico para la construcción de una

Terminal de Almacenamiento y Regasificación de GNL (Terminal de GNL), es en la zona de Manzanillo, Colima y específicamente en la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo.

A través de reuniones realizadas con las diferentes entidades de gobierno (Presidencia de la República, Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), Secretaria de Energía (SENER) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), recomendaron que la SCT sea la responsable de llevar a cabo las obras marítimas, la desviación del ferrocarril y la red carretera.

Fundamento Teórico y Ejecución de las obras Portuarias.

En la realización de las obras para la Terminal de Gas Natural Licuado (GNL), su desarrollo y operación de la misma, permitirá obtener las siguientes ventajas:

- Se garantizaría el suministro de gas natural a largo plazo en las centrales de Manzanillo y en las ubicadas en Guadalajara, garantizando así mismo su despacho.
- Se podría obtener un mejor precio del gas natural en toda la zona Centro-Occidente del país al adquirir GNL en Manzanillo con respecto a Ventas de Primera Mano de PEMEX.
- Se aprovechan las sinergias de la integración con la Terminal de GNL.
- Se tendría una disminución en el impacto ambiental al eliminar la visibilidad de la pluma que se presenta en la salida de las chimeneas de las centrales, se reduciría las emisiones de CO2 y NOX, y se eliminarían las emisiones de partículas.
- Aprovechamiento térmico tanto de la Terminal de GNL como de las centrales de generación.
- Se requiere una menor inversión al localizar la Terminal de GNL en Manzanillo con respecto a otro sitio desde el punto de vista económico.
- Favorece la creación de una nueva reserva portuaria y actividades portuarias a mediano plazo en la Laguna de Cuyutlán en Manzanillo, Colima.
- Establecimiento de condiciones favorables para la inversión y creación de empleos a nivel regional.
- El producto de dragado podrá aprovecharse para hacer rellenos en las plataformas de las posiciones de atraque.
- Cambiar la trayectoria de la vía del ferrocarril y de la carretera solucionaría un problema de vialidad en la Ciudad de Manzanillo.

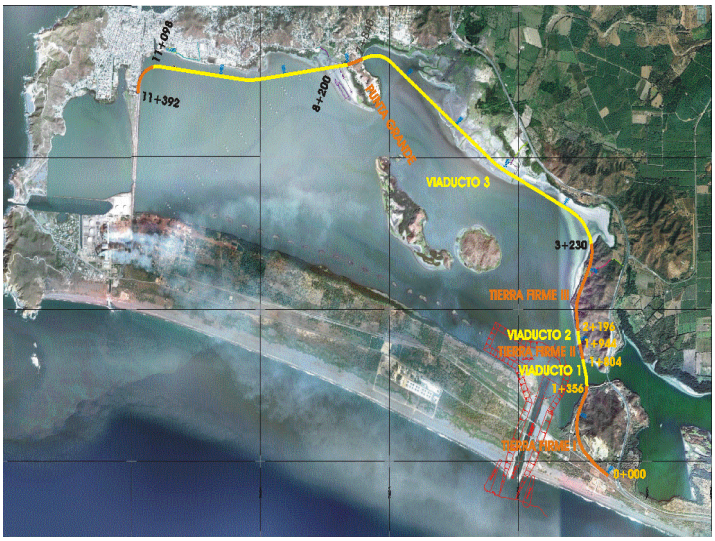


Figura 1. Vista del desarrollo Portuario y de infraestructura para la Terminal GNL

Alcances del Proyecto:

El proyecto contempla la Recepción, Almacenamiento y Regasificación de GNL y entrega de Gas Natural para la zona de Manzanillo, Colima, que consisten: en la recepción y almacenamiento hasta de 300,000 m^3 de GNL, así como la regasificación de GNL; y entrega de GN de hasta 14,158 millones de Metros cúbicos diarios, por un período de veinte años, a partir del 2011.

Para garantizar el suministro de gas natural, es necesario contar con la infraestructura de una Terminal de Almacenamiento y Regasificación de GNL en Manzanillo (Terminal de GNL), así como la infraestructura marítima requerida para recibir los buques–tanque, ya que el sitio seleccionado es el Canal de Tepalcates y requiere llevar a cabo obras marítimas tales como:

- Dragado de un canal de navegación para la llegada de los buques-tanque.
- Desmantelamiento de las escolleras existentes.
- Construcción de dos escolleras.
- Construcción de protección marginal a ambos lados del canal de navegación.
- Construcción de dársena de ciaboga.
- Desviación de la trayectoria del ferrocarril y carretera que actualmente cruza dicho canal.
- Realizar un cruce direccional de los acueductos y líneas de comunicación (fibra óptica).

En ese sentido, los alcances del proyecto es la del llevar a cabo la ingeniería, construcción, arranque, operación y mantenimiento de un canal de navegación para recibir buques-tanque de GNL de 70,000 hasta 200,000 m^3, las escolleras para proteger el canal de navegación, la dársena para las maniobras de los buques y la protección marginal de los taludes del canal, elementos sin los cuales

no será posible que los buques metaneros ingresen a la TG, para lo cual se requieren obras complementarias como el cambio de la trayectoria del ferrocarril y de la carretera que cruzan por encima del canal, así como realizar el cruce direccional de los acueductos y líneas de comunicación (fibra óptica) para hacer posible la demolición de los puentes carretero y ferroviario.

Figura 2. Vista del relleno para el terreno de la nueva Terminal GNL

Construcción de Escolleras:

Para la construcción de las escolleras, éstas previamente fueron diseñadas, orientadas y proyectadas mediante modelos físicos reducidos para su orientación y estabilidad. Teniendo como datos los siguientes:

- La orientación de las escolleras fue trazada por la CFE para proteger al puerto del oleaje y corrientes, cuando éstos son desfavorables para la operación del puerto.
- El diseño de las escolleras fue realizado en principio por la CFE, y la Dirección General de Puertos con el apoyo del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) realizando la revisión y optimización de las secciones transversales, aplicando las metodologías actualizadas de la Ingeniería Marítima, en el análisis del oleaje extremal, de la propagación del oleaje de aguas profundas hacia la costa, así como en el diseño de las escolleras.
- Para un proyecto de la magnitud e importancia de la TGNL, se analizó y optimizo su estabilidad mediante la realización de diferentes ensayos en modelos hidráulicos construidos a escala, cumpliendo con las leyes de similitud de la hidráulica marítima para estos fenómenos.
- En el canal de olas y en el modelo tridimensional **del IMT**, se analizaron las secciones transversales del cuerpo y morro de las escolleras**, para elementos artificiales de concreto en la coraza de core-lock y cubos**

antifer, las cuales se sometieron a alturas de oleajes para el morro de 4.00 m a 9.05 m y para el cuerpo de 3.00 m a 6.40 m respectivamente, ambos rangos de altura de ola se estudiaron considerando una sobre elevación de marea de tormenta de +2.94 m. Los rangos de oleaje señalados se estudiaron con periodos de oleaje de 13.42 segundos.

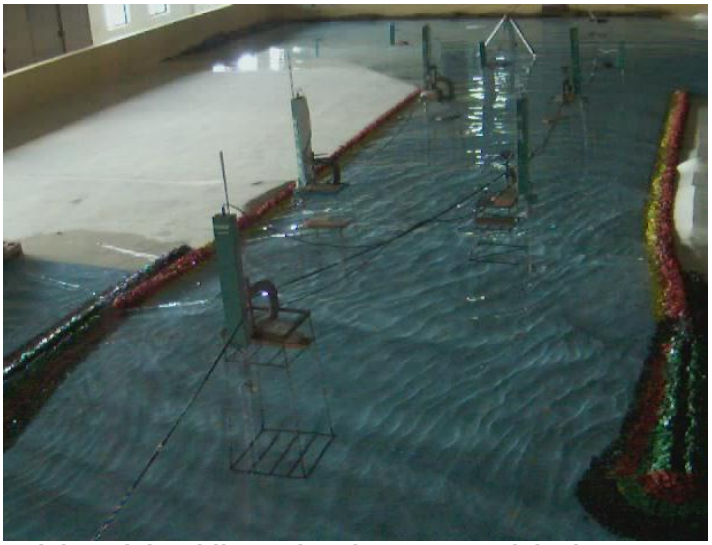


Figura 3. Vista del modelo tridimensional y ensayos del mismo para orientación y estabilidad de las estructuras (escolleras) en las instalaciones del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

Figura 4. Vista superior del rompeolas ensayado con bloques o cubos ranurados para determinar su estabilidad.

De acuerdo a los resultados experimentales se pueden citar los siguientes:

- De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos en el canal de olas y en el tanque de morros, el diseño de las secciones transversales, del cuerpo y morro de las escolleras, se proyectaron en forma conjunta con la Dirección de Obras Marítimas y Dragado, para el proyecto ejecutivo correspondiente.

- La escollera ESTE tiene una longitud total de 425 metros y la escollera OESTE 408 metros, y estarán desplantadas a una profundidad de 18.5 m, en la parte más profunda, la elevación del talud en la corona para ambas escolleras es a la +6.00 m. en el arranque, hasta llegar a +8.04 m. en el morro.
- Ambas escolleras tendrán un talud de 2:1, tanto en el lado del canal como en el lado mar y están integradas por dos tramos; los primeros 100m, constan de núcleo, capa secundaria, bermas y coraza, a base de piedra con rangos de peso desde 10 Kg hasta 4,200 Kg. Para el resto del cuerpo y el morro, están integrados en forma similar el núcleo, la capa secundaria y bermas; en la coraza se utilizaron "CUBOS" prefabricados de concreto simple de 9.5 toneladas en el cuerpo de la escollera y de 25 toneladas en el morro de la misma.
- Igualmente y en forma paralela fue necesario desmantelar las escolleras existentes, para lo cual se aprovechó el material en las nuevas escolleras.

Una vez lo anterior se tendrá el proyecto definitivo teniendo lo siguiente:

- Construcción de dos escolleras aproximadamente perpendiculares a la línea de playa, en la entrada del Canal de Tepalcates el cual sirve de acceso a la Laguna de Cuyutlán, con una separación entre ellas de 550.00 metros.
- La longitud de la escollera este es de **359.00 m**
- La longitud de la escollera oeste es de **396.00 m**
- Ambas escolleras se construyen a base de enrocamiento, en la totalidad del núcleo y capa secundaria para el cuerpo y morro. La coraza principalmente a base de bloques ranurados de concreto simple.
- Desmantelamiento de dos pequeñas escolleras en la entrada canal, con una separación entre ellas en el arranque, de 155 m aproximadamente y una longitud aproximada de 150 m cada una.

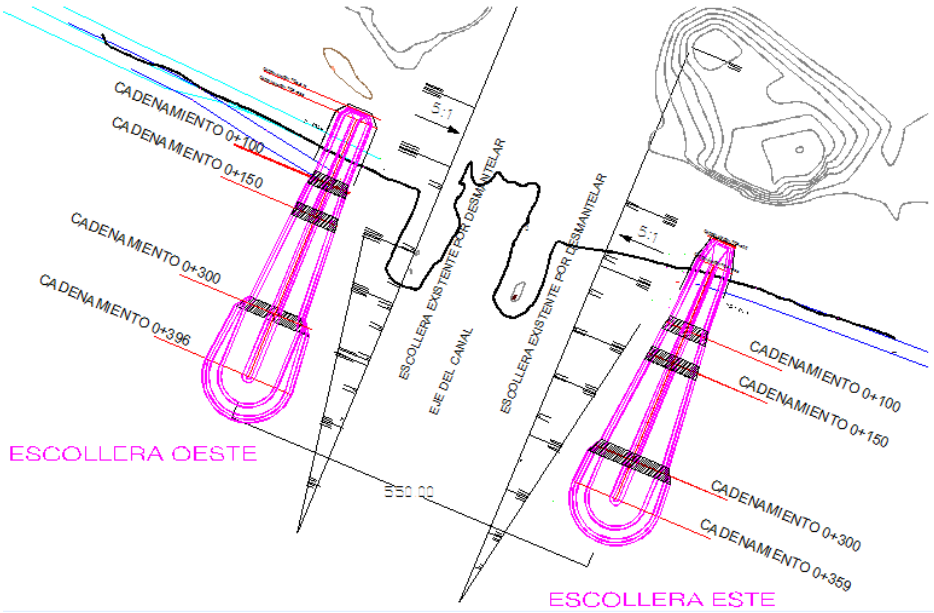


Figura 5. Plano definitivo del Proyecto de las escolleras.

Figura 6. Vista del desmantelamiento de las viejas escolleras (centro) y construcción de las nuevas escolleras (apreciable lado izquierdo).

Figura 7. Vista del desmantelamiento de las viejas escolleras (centro, óvalo color rojo) y construcción de las nuevas escolleras (apreciable en ambas márgenes, óvalos color negro). Así como la construcción de la terminal GNL en la parte superior (círculo amarillo)

Cabe mencionar que se obtuvieron del desmantelamiento de las antiguas escolleras, material que se aprovechó para la construcción de las nuevas escolleras. Se encontraron rocas con pesos desde 5 ton hasta 25 ton, mismas que también se utilizaron en la construcción de las nuevas estructuras de protección. Adicionalmente, durante el desmantelamiento se obtuvieron 7,339 cubos de 0.4 ton; 7,879 cubos de 1 tonelada y 147 cubos de 4 toneladas, además de 298 tetrápodos con un peso de 13.5 ton., y todos estos elementos precolados se reutilizaron también en la construcción de las nuevas escolleras.

Protección Marginal del canal de acceso:

De acuerdo con el proyecto, la protección marginal en el lado “oeste” del canal contempla una longitud de 1,267 m lado "oeste" y 1,154 m la del lado “este”, dando un total de total de 2,421 m lineales.

El talud de equilibrio del canal de navegación por dragar se determinó de 5:1, en ambas márgenes; desde el fondo marino hasta la profundidad de 4.00 m del nivel de Bajamar Media Inferior (N.B.M.I.), en donde se dejó una berma de 27.00 m de ancho; a partir de la cual, se construyó mediante excavación el talud 2 a 1, colocando un filtro geotextil para evitar la fuga del material de la margen, y la protección marginal integrada por un núcleo y la coraza a base de dos capas de piedra natural, con pesos comprendidos entre 10 y 2500 Kg, en los primeros 800 m a partir de la dársena de ciaboga y en la longitud restante una capa de núcleo con piedra natural y una capa de coraza a base de Cubos de concreto simple de 7.5 ton de peso, con una elevación en la corona de +7.27 m (N.B.M.I.).

De igual manera se colocaron rocas con rangos de pesos de 5 kg hasta 2,500 kg, teniendo en proyecto un total de toneladas por colocar en la margen este de 172,000 toneladas, mientras que en la margen oeste un total en proyecto de 180,000 toneladas.

También fueron colocadas 1675 piezas de elementos precolados (cubos) en la protección marginal este, y 1624 piezas en la protección marginal oeste.

Figuras 8 y 9. Protección marginal con cubos lado "este", y protección marginal con cubos lado "oeste" respectivamente.

Figura 10. Vista de las excavaciones para la protección en la margen "oeste"

Dragado en el vaso II de la laguna de Cuyutlán y en el canal de Tepalcates (Canal de Navegación, Dársena de Ciaboga y Dársena de Maniobras).

- Para el dimensionamiento de áreas de agua, se consideran para efectos de cálculos, las características y dimensiones del buque de diseño correspondientes a uno de tipo gasero, que será el más grande que entrará al puerto o la combinación de las dimensiones de algunos de ellos, el cual como se indica, correspondió al buque para transporte de gas natural licuado con las siguientes dimensiones:
  Eslora: 300 m ; Manga: 44 m ; Calado: 12 m

- Las dimensiones de las áreas de navegación para la TGNL determinadas por la CFE son las siguientes:
  Dársena de Ciaboga: Diámetro = 600 m ; Profundidad 15 m.
  Canal de Navegación: Ancho de plantilla = 250 m; Longitud = 1,500 m ; Profundidad = 15 m
  Dársena de Maniobras: Ancho = 250 m ; Longitud = 600 m Profundidad = 15 m

- El volumen total a dragar de las áreas de agua antes expuestas, es de aproximadamente 17. 5 millones de m^3, los cuales se desarrollarán en dos etapas.

En la Primera Etapa se extraerán 4.5 millones de m^3 de material para la construcción de la dársena de ciaboga, canal de navegación y en el canal secundario para la zona de atraque, de este material una mínima parte podrá ser utilizado para la nivelación de terrenos en la superficie sobre la que se construirá la Terminal de Gas Natural Licuado (TGNL), el restante será vertido al mar en el sitio autorizado por la Secretaría de Marina. Se estima que podrán retirarse del fondo 3.1 millones de m^3 de arena limpia, para lo cual serán necesario retirar previamente 1.4 millones de m^3 de material del fondo de la laguna, compuesto de arcilla y limo.

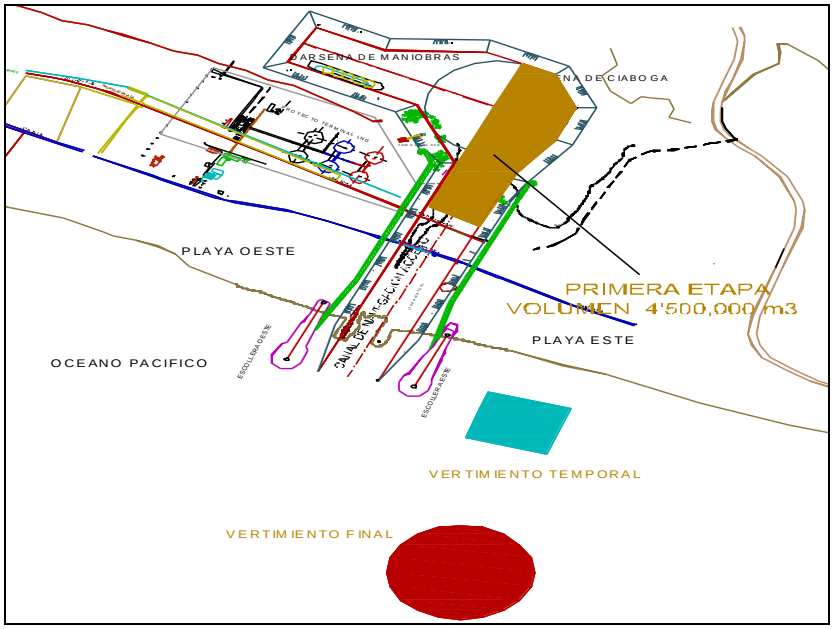


Figura 11. Vista del área a dragar considerada en la primera etapa.

Lo que concierne a la ***Segunda Etapa***, se extraerán aproximadamente 12.5 millones de m^3 de la profundización hasta la cota -15 de la dársena, canal de navegación principal, canal secundario y paramento de atraque del muelle de KMS (grupo empresarial integrado por Korean Gas, de Corea), y de los cuales 1.8 millones de m^3, sería material del fondo de la laguna como arcilla y fango que serían aprovechados para rehabilitar áreas de manglar; los 11.2 millones de m^3 restantes, será arena limpia para rehabilitar y mejorar terrenos para futuros desarrollos, en caso de que se localicen y autoricen sitios para depósitos en tierra, caso contrario serán vertidos al mar donde autorice la Secretaría de Marina (SEMAR).

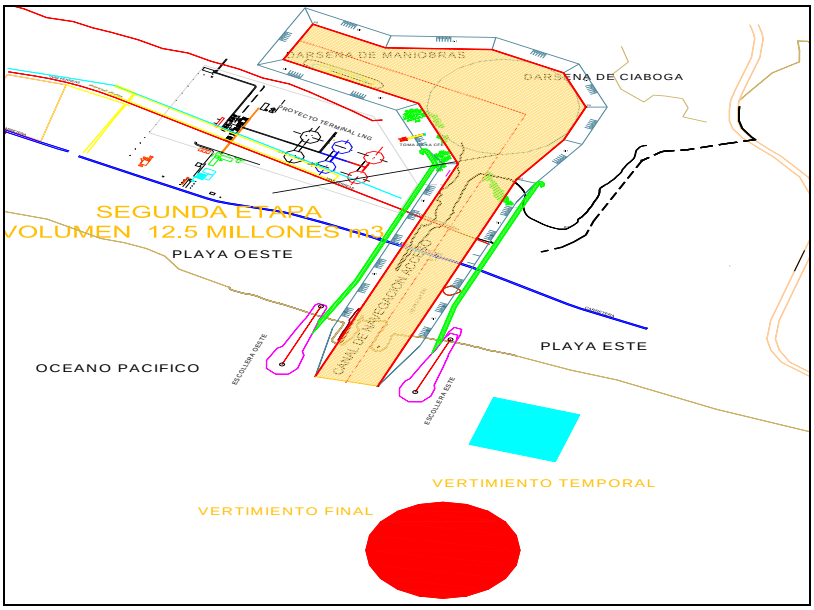
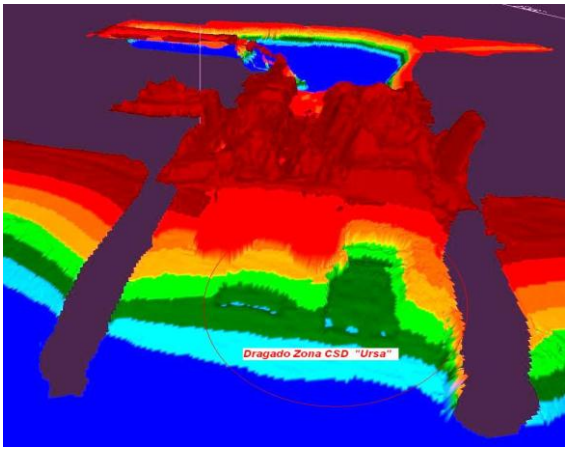


Figura 12. Vista del área a dragar considerada en la segunda etapa.

A continuación se muestran algunas figuras del desarrollo de los trabajos pertenecientes al dragado de la primera y segunda etapa en las áreas mencionadas anteriormente; así como alguna de las dragas empleadas para la obra de dragado.



Figuras 13 y 14. Donde se muestra el trabajo realizado por la draga Ursa y el progreso de la misma en el Canal de Acceso.

Figura 15. En esta figura se aprecia la Draga de Cuchara en Operaciones en el canal de navegación.

Figura 16. Draga de Cuchara en Operación, realizando el retiro de tetrápodos de las viejas escolleras en el área del canal de navegación.

Figuras 17 y 18. Figuras donde se aprecia el dragado en las áreas donde se encontraban las antiguas escolleras y en el área de escolleras actuales y donde es el canal de navegación.

Figuras 19 y 20. Figuras donde se aprecia la Draga Principe retirando rocas del área de las antiguas escolleras, y la Draga tipo almeja para retirar el material rocoso que se encontraban por debajo de las antiguas escolleras, así como también fuera del área que las delimita.

- Durante las operaciones de dragado con la draga de cortador Ursa, se encontraron dos afloramientos rocosos, ambos localizados en el lado Este del Canal de Acceso.
- Además, un estudio llevado a cabo por la empresa de Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la CFE, nos muestra la presencia de material rocoso por debajo de las antiguas escolleras, así como también fuera del área que las delimitaba. Bajo estas circunstancias, el material que se localiza a esas profundidades no podrá ser retirado con el equipo que actualmente realiza el retiro de dichas escolleras.
- Así mismo, en el área donde se encontraban los puentes temporales ferroviario y carretero fueron depositadas rocas de tamaño considerable por parte de Ferrocarriles de México (Ferromex) con la finalidad de reducir la erosión a causa de las corrientes de agua que cruzan esa zona.
- Por consiguiente nuestra recomendación es el de realizar el retiro de ese material con una draga de cucharón y una o más dragas de almeja con sus respectivos equipos auxiliares, tales como: remolcadores y barcazas. Estos equipos se consideraron para estar en el sitio de los trabajos en temporada de buen tiempo que se estimó a finales del 2011 y principios del 2012 con la finalidad de aprovechar al máximo los rendimientos y avances de los trabajos considerados.

Resultados y Discusión

La realización de las presentes obras en conjunto se realizó en un periodo aproximado de tres años. Durante este periodo se tuvieron algunos atrasos, convenios y fenómenos meteorológicos en la zona. Sin embargo se cumplieron los trabajos para las diferentes obras.

Cabe mencionar también que cercana a la nueva escollera este del canal de navegación, se encontraron afloramientos rocosos que no fue posible retirar con las diferentes Dragas empleadas. Por lo que se prosiguió a realizar la voladura con material de tipo explosivo con todas las medidas y procedimientos necesarios, y que fue entregado y supervisado por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).

Figuras 21 y 22. En la figura del lado izquierdo se muestra el afloramiento de material rocoso en el canal de navegación cercano a la escollera este. Mientras que en la imagen de lado derecho se aprecia la supervisión y entrega del material explosivo por parte de la SEDENA.

Para el mes de enero del 2012 prácticamente se encontraba en aproximadamente un 90% la totalización de las obras portuarias. Tal y como se muestra en la figura siguiente:

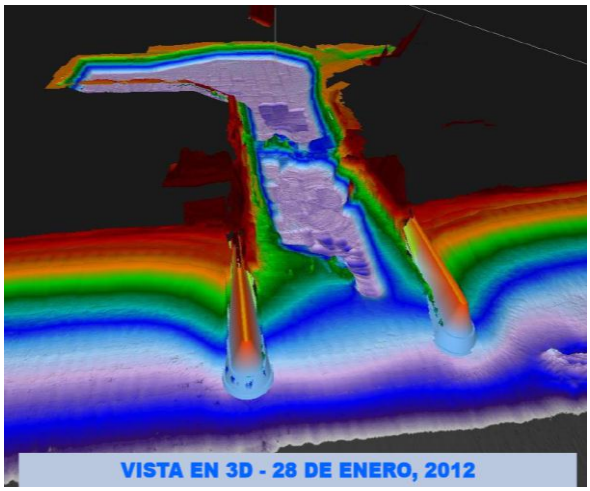


Figura 23. Vista en tercera dimensión de las obras portuarias a finales del mes de enero de 2012.

Conclusiones

Con fecha 18 de marzo de 2012, en un programa de las 7:30 a las 10:00 de la mañana, se llevó a cabo la maniobra de entrada, ciaboga y atraque del buque gasero “Valencia Knutsen” al muelle de la terminal de la planta de gas natural operada por KMS de la CFE, habiéndose realizado dicha maniobra en forma satisfactoria. Las características de la embarcación son: Eslora 296 metros; calado 12.0 metros, y manga de 42 metros.

La maniobra fue realizada por los Pilotos de Puerto y coordinada por el Capitán de Puerto de Manzanillo Colima.

Con la entrada de la embarcación el grupo KMS operadora de la terminal, inició la etapa de pruebas de descarga del gas natural licuado, los procesos de regasificación y distribución de gas a la planta termoeléctrica de CFE así como al gasoducto de Guadalajara.

Con lo anterior también se dio por terminado la ejecución y construcción de las obras portuarias, teniendo con esto éxito en tales obras portuarias.

Figuras 24 y 25. Vista de la entrada del buque gasero hacia las escolleras y en la bocana como en el canal de acceso.

Figuras 26 y 27. Vista de la entrada del buque gasero en la dársena de ciaboga y atracando en el muelle respectivo de la Terminal de Gas Natural Licuado.

Es importante mencionar que para estas obras portuarias, el diseño, proyección, control, verificación, ejecución y construcción de la obra estuvo a cargo de ingenieros civiles en un gran reto que significó la generación de miles de empleos, la oportunidad de crecimiento nacional en energía eléctrica, así como un desarrollo potencial en esa zona.

Referencias.

1. Chapapría Vicent. Obras Marítimas. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 2004.
2. Comisión Federal de Electricidad. C.F.E., Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia, A.2.13, Hidráulica Marítima, Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas 1983. 420 Pp.
3. Negro Valdecantos Vicente y Varela Carnero Ovidio. Diseño de Diques Rompeolas (Conceptos generales, comportamiento estructural y funcional, procesos constructivos). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España, 2002. Pp 238-251.
4. Ramírez Cuevas, J. Miguel. Estudio Experimental de Rompeolas Superficiales Permeables con Ampliación de Berma. Tesis de Maestría en Hidráulica. Instituto Politécnico Nacional. México, 2009.
5. Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). Manual de Dimensionamiemto Portuario. Coordinación de Puertos y Marina Mercante. México, 2001.
6. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Dirección General de Puertos. Libro blanco de las Escolleras de Cuyutlán, Manzanillo.
7. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Dirección General de Puertos. Libro blanco de la primera etapa del Dragado de la laguna de Cuyutlán, Manzanillo.
8. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Dirección General de Puertos. Libro blanco de la protección marginal laguna de Cuyutlán, Manzanillo.
9. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Dirección General de Puertos. Libro blanco de la segunda etapa del Dragado de la laguna de Cuyutlán, Manzanillo.
10. Secretaría de la Función Pública. Bitácora Electrónica de Obra Pública para la Administración Pública Federal (BEOP). http://www.funcionpublica.gob.mx/
11. Secretaría de la Función Pública. Licitación de Obra Pública. (COMPRANET). https://compranet.funcionpublica.gob.mx
12. Secretaría de la Función Pública. Manual de Bitácora Electrónica de Obra Pública para la Administración Pública Federal (BEOP). http://www.uv.mx/contraloria/files/2013/02/18.Manual-de-Usuario-para-el-Administrador-de-Dependencia-y-entidad-Federativa.pdf
13. Vergara, Sanchez Miguel A. Técnicas de Modelación en Hidráulica. Ediciones Alfaomega S.A. de C.V. México 1993

MODERNIZACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE LA AVENIDA PASEO DE LA REFORMA DE LA CD. DE MÉXICO, D.F., OBRA CIVIL PAQUETE V

Javier López Reyes*[1], M.C. José Miguel Ramirez Cuevas[2], Arq. Genaro Sierra Navarrete[2]

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de La Tierra, Ingeniería Civil. Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780, lopez.reyes.javier@gmail.com. [2] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de La Tierra, Ingeniería Civil. Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780, jose.rc@itzacatepec.edu.mx. [3] AT MAYA CORA S.A DE C.V. Departamento de Construcción y Ejecución de Proyectos, Sillón de Mendoza #84 Col. Toriello Guerra, Tlalpan, México D.F. gsierra@semarq.com.mx

***Área de participación**: Ingeniería Civil del siglo XXI.*

RESUMEN

Debido al crecimiento de las industrias, la construcción de grandes edificios, el crecimiento poblacional y la red de energía eléctrica actual, se ha determinado que dicha red existente de suministro de energía eléctrica alcanzó su tiempo de vida; además de presentar varios problemas en el uso de este servicio tan importante en la sociedad, como por ejemplo, las fallas en los equipos, explosiones, calentamiento en las líneas, etc., naciendo así la necesidad de modernizar tal red eléctrica, en la que la CFE (Comisión Federal de Electricidad) propone una red en anillo la cual suministrara la energía necesaria para las nuevas solicitudes. La citada Comisión Federal de Electricidad dividió la red en diferentes paquetes, licitando estos, y donde la empresa AT MAYA CORA S.A DE C.V. obtuvo el fallo como responsable del paquete cinco para realizar la modernización de esta red eléctrica.

INTRODUCCIÓN

Después de que se decreta la extinción de la compañía de Luz y Fuerza del Centro, se encomienda a la Comisión Federal de Electricidad la operación y mantenimiento de las instalaciones que dan servicio de energía eléctrica al Distrito Federal, se recibe la red del Corredor Paseo de la Reforma como una red que cuenta con más de 50 años de servicio, la cual presenta diversos problemas y fallas en su funcionamiento por ser obsoleta en nuestros tiempos y no cumplir con las demandas del suministro eléctrico actual.

De acuerdo con los trabajos de inspección de la Comisión Federal de electricidad, las fallas de la red se derivan del deterioro de las instalaciones, presentando la red una vida útil concluida; además de que el diseño de la red existente propicia la sobrecarga de la misma red. Esta situación propicia las fallas en los equipos tales como apagones, explosiones e interrupciones en el suministro de la energía eléctrica.

Debido a tales problemas y necesidades, CFE da una propuesta para resolver la problemática, en la cual se propone sustituir las redes automáticas existentes por la construcción de una nueva red en anillo operando desde las avenidas de la Diana, Cuauhtémoc y Pensador Mexicano. La capacidad de esta nueva Red suministrara la

energía necesaria para el abastecimiento de las nuevas solicitudes y se complementará con alimentadores del proyecto "Modernización de la Red Eléctrica Subterránea de la Avenida Paseo de la Reforma de la Ciudad de México, D.F."
Para la realización de esta propuesta se realizaron los estudios correspondientes, tales como estudios de las trayectorias para el respaldo de los alimentadores, se determinó ampliar el área de proyecto, buscando la configuración óptima con trayectorias más cortas reduciendo las pérdidas de energía eléctrica.
La Comisión Federal de Electricidad divide los trabajos y lleva a cabo las licitaciones para que las empresas contratistas realicen los trabajos de modernización de la red eléctrica, donde CFE se encarga de la supervisión de tales trabajos teniendo personal especializado y encargado en cada uno de sus paquetes para la verificación y control de estos. Así como la resolución y supervisión de cualquier problemática que surja durante la ejecución de la construcción, cuidando cumplir con las especificaciones y las normas que especifica la misma Comisión Federal de Electricidad en cada uno de sus conceptos.

FUNDAMENTO TEÓRICO

ANTECEDENTES

La red eléctrica actual que se encuentra en el corredor Paseo de la Reforma presenta demasiadas fallas en el suministro eléctrico, así como en sus equipos. Al realizar una verificación en el área donde se realizará la modernización de la red eléctrica donde se encuentra ubicado el proyecto perteneciente al paquete cinco, se encontraron varias deficiencias en las instalaciones actuales de la red por lo que es indispensable la modernización de tal red eléctrica subterránea. Algunos de los principales problemas que presenta la red eléctrica actual son:

- Vida útil concluida (deterioro de equipos y materiales, factibles a producir fallas o accidentes, no se puede reutilizar esta red)
- Diseño obsoleto, sin un posible crecimiento.
- Conductores con aislamiento de papel impregnado de aceite y recubrimiento de plomo.
- El conductor de baja tensión está directamente enterrado en el piso, no hay ductos y es imposible identificar los tramos fallados fuera de los registros.
- Opera con un alto nivel de pérdidas de energía.
- Alto riesgo para la gente que transita por este sector, debido a las fallas que se presentan en las instalaciones.

Dichos problemas se muestran en las siguientes figuras.

Riesgo para la gente que transita. (Explosiones)

Diseño obsoleto sin un posible crecimiento.

Conductores directamente enterrados.

Vida útil concluida.

Figura 1. Diferentes problemáticas de la red eléctrica existente.

Cabe mencionar que la vida útil de los equipos está concluida ya que no cumple con las especificaciones vigentes para este tipo de instalaciones, lo que no permite disminuir el número de fallas, los tiempos de interrupción de energía, los costos de operación y mantenimiento, los usos ilícitos, y pérdidas eléctricas en general. Esto trae como consecuencia la decisión de modernizar la red eléctrica.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Para llevar a cabo el Proceso Constructivo de la Modernización de la Red Eléctrica es necesario contar con la programación de obra, el catálogo de conceptos, los precios unitarios, los planos existentes de la red eléctrica actual y los planos del nuevo proyecto; así como las normas técnicas y especificaciones que marca la Comisión Federal de Electricidad para su construcción. A continuación se presenta el catálogo de conceptos donde se tienen los diferentes trabajos por realizar; y posteriormente se describen las actividades para la modernización de la red eléctrica:

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

AT MAYA CORA, S.A. DE C.V.

Dependencia: COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Concurso: IO-03BTOQ988-N576-2016 Fecha: 20 DE NOVIEMBRE DE 2016

Obra: "MODERNIZACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE LA AVENIDA PASEO DE LA REFORMA DE LA CD. DE MÉXICO D.F. OBRA CIVIL PAQUETE V"

MÉXICO, D.F.

DOCUMENTO
AE 11
FECHA DE INICIO: 24 DE OCTUBRE DE 2016
FECHA DE TÉRMINO: 08 DE MARZO DE 2016
DURACIÓN: 137 DÍAS NATURALES

PROGRAMA DE MONTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Clave	Descripción	Importe Total	%	01/07/2014 31/07/2014	01/08/2014 31/08/2014	01/10/2014 31/10/2014	01/11/2014 30/11/2014	01/12/2014 31/12/2014	01/01/2015 31/01/2015	01/02/2015 28/02/2015	01/03/2015 31/03/2015
	Acumulados Anteriores	$ 0,00	% 0,00								
RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA AV. PASEO DE LA REFORMA											
BANCOS DE											
1.1	TRAZO DE LA SUPERFICIE (ARROYO Y/O BANQUETA), INCLUYE: MATERIALES, MANO	70098,39		10937,34	23365,15	23363,29	19311,64				
						10937,34	23365,15	23363,29	19311,64		
1.2	CORTE DE LA SUPERFICIE (ARROYO Y/O BANQUETA), INCLUYE: MATERIALES, MANO	139396,73		15916,23	33999,65	34721,96	34721,96				
				15916,23	33999,65	34721,96	34721,96				
1.3	DEMOLICIÓN DE LA SUPERFICIE POR MEDIOS MECÁNICOS Y/O MANUALES, INCLUYE:	162405,74		23654,12	46261,02	47245,3	47245,3				
				23654,12	46261,02	47245,3	47245,3	47245,3	47245,3		
1.4	EXCAVACIÓN DE TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS Y/O MANUALES, INCLUYE:	322702,31			104600,01	106825,52	112276,58				
					0	104600,01	106825,52	106825,52	112276,58		
1.5	PLANTILLA DE CONCRETO F'C = 100 KG/CM2 DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES,	132399,34		10178,36	20340,35	20729,88	20936,33	16365,62			
				10178,36	20340,35	20729,88	20936,33	20936,33	16365,62		
INSTALACION DE BANCO DE DUCTOS A CIELO											
1.6.4	P2R1 (12x5", 2x2")	1056,3		1056,3							
						1056,3					
1.6.6	P9R4 (9x4", 2x2")	109664,1		25942,05	55621,64	28300,41					
				25942,05		25942,05	55621,64	28300,41			
1.6.7	P9A3 (9x3", 2x2")	5644,8		5644,8							
						5644,8					
1.6.8	P9R3 (9x3", 2x2")	53222,4		24912,62	28309,78						
						24912,62	28309,78				
1.6.9	P6A4 (6x4", 2x2")	24816,22		2287,85	8271,4	8447,19	5807,58				
						2287,85	8271,4	8447,19	5807,58		
1.6.11	P6A3 (6x3", 2x2")	3039,65		3039,65							
						3039,65					
1.6.12	P6R3 (6x3", 2x2")	3098,25		1322,99	1776,26						
						1322,99	1776,26				
1.6.15	P3A3 (3x3", 2x2")	10315,36			10315,36						
							10315,36				
1.6.16	P3R3 (3x3", 2x2")	13869,04			13869,04						
							13869,04				
1.6.25	S4R4 (4x4", 3x2")	13975,26			13975,26						
							13975,26				
1.6.27	S3R4 (3x4", 3x2")	4397,4			4397,4						
							4397,4				
1.6.29	S2R4 (2x4", 3x2")	58278,32		5858,68	14492,69	14805,84	3947,94	7709,77			
				5858,68		5858,68	14492,69	14805,84	3947,94	7709,77	
1.6.30	S2R2 (2x2")	16255,83		909,43	5242,82	5436,5	4567,08				
				909,43		909,43	5242,82	5436,5	4567,08		
1.6.32	S3R3 (3x3", 3x2")	3086,86			1559,87	1526,98					
						0	1559,87	1526,98			
1.7	RELLENO FLUIDO F'C = 14 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMENTA	69837,93		15998,14	33323,26	17516,13					
				15998,14		15998,14	33323,26	17516,13			
1.8	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE	161386,22		43371	92656,16	25359,06					
				43371		43371	92656,16	25359,06			
REPOSICIÓN DE											
1.9.1	CONCRETO ESTAMPADO MR45	32753,86		19447,43	13306,43						
				19447,43		19447,43	13306,43				
1.9.2	CONCRETO ASFALTICO	122379,88		15760,22	48929,96	49971,03	52053,15	43642,52			
				15760,22		15760,22	48929,96	49971,03	52053,15	43642,52	
1.9.3	CONCRETO MARTELINADO	208085,23		8854,73	69361,73	70837,91	59031,26				
				8854,73		8854,73	69361,73	70837,91	59031,26		
1.9.5	ADOQUINADO	196415,61					18020,74	23624,87			
									18020,74	23624,87	
1.9.6	RECINTO	58643,71						58643,71			
										58643,71	
REPOSICION DE											
1.10.1	ARRAYAN	2078					2078				
									2078		
1.10.2	AGAPANTO	2681					16459,61	10341,39			
									16459,61	10341,39	
SUMINISTRO DE											
1.12.3	2"	91280		36080,21	55069,79						
						36080,21	55069,79				
TUBERIA PEADC											
1.11.2	3"	1816,4		1816,4							
						1816,4					
1.14	SUMINISTRO DE CABLE DE Cu DESNUDO CAL. 1/0 PARA INSTALACIÓN EN BANCOS DE DUCTOS DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TECNICAS INCRO 1.15	13690			13690						
							13690				
INSTALACIÓN DE REGISTROS, POZOS Y BÓVEDAS PREFABRICADOS											
1.15.3	RMTR3	23609,29			16079,65	7529,64					
							16079,65	7529,64			
1.15.5	RMTR4	12127,7				12127,7					
								12127,7			
1.15.7	RT2258	9528,16				9528,16					
								9528,16			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REGISTROS, POZOS Y BÓVEDAS PREFABRICADOS											
1.16.1	RRTR1	82317,63			55988,98	26328,65					
							55988,98	26328,65			
1.16.4	RMTA4	15886,87				15886,87					
								15886,87			
CONSTRUCCION DE BOVEDAS Y SECCIONADORES											
1.17	CIMBRA COMÚN CON TRIPLAY DE 16 MM, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA,	49027,73			17208,15	25030,33	6779,05				
							17208,15	25030,33	6779,05		
1.18	CIMBRA APARENTE CON TRIPLAY DE 16 MM, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA,	86560,37				43280,18					
								43280,18	43280,18		
1.19	HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO F'Y = 4200 KG/CM2 DEL/NUM. 4 (1/2"),	112370,77		9347,56	54916,94	47906,27					
						9347,56	54916,94	47906,27			
1.20	CONCRETO F'C = 200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMENTA	86947,35			16649,53	29989,08	30832,38	9476,36			
							16649,53	29989,08	30832,38	9476,36	
1.22	ELABORACIÓN DE ESTRUCTURA RETICULAR PARA BÓVEDA DE SECCIONADOR G	122699,98			22798,06	47695,05	49476,01	2968,46			
							22798,06	47695,05	49476,01	2968,46	
1.23	SUMINISTRO E INSTALACION DE VIGA IPR W6 6 X 19 (19,6 X 152,4 X 4,3 X 5,4 mm) PARA	68313,19				22298,4	23185,78	20867,21			
								22298,4	23185,78	20867,21	
1.24	ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE TAPAS DE POLÍMEROS DE 56 X 86 X 5 CM, INCLUYE:	19570			6564,93	6331,09	6362,98				
							6564,93	6331,09	6362,98		
1.25	ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE TAPAS DE POLÍMEROS DE 56 X 112 X 5 CM, INCLUYE:	14997					7711,91	6960,62			
									7711,91	6960,62	3324,47
1.26	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE TIERRAS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA,	1273,95				1273,95					
								1273,95			
1.27	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA HIDRÁULICA DE PVC 1 1/2" DE DIÁM. PARA	2610,18					2610,18				
									2610,18		
1.28	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC 1 1/2" DE DIÁM. PARA DESCARGA DE	1226,05					511,15	715,9			
									511,15	715,9	
1.29	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MARCO Y TAPA DE HIERRO DUCTIL TIPO 84-A, INCLUYE:	89098,82						81674,01	7424,81		
										81674,01	7424,81
						$312.280,71	$1.005.035,77	$831.111,89	$734.605,51	$403.158,40	$10.509,38
				ACUMULADOS		$312.280,71	$1.317.316,48	$2.148.428,37	$2.883.033,88	$3.286.192,28	$3.296.701,66
				PORCENTAJE		9,47%	30,49%	25,21%	22,28%	12,23%	0,32%
				% ACUMULADO		9,47%	39,96%	65,17%	87,45%	99,68%	100,00%

Tabla 1.- Catálogo de conceptos de los trabajos a ejecutar durante el periodo de la modernización de la red eléctrica (paquete 5).

Banco de ductos.

Para la instalación de banco de ductos se ejecutan los siguientes conceptos, los cuales son previos para después colocar la tubería que será la encargada de distribuir la red eléctrica.

Conceptos:

a) Trazo de la superficie
b) Corte de la superficie
c) Demolición de la superficie
d) Excavación del terreno
e) Plantilla de concreto

Previamente se realiza un sondeo en el área de trabajo donde se van a trazar las nuevas líneas, esto es para identificar las redes existentes de las instalaciones que se encuentran en la zona, este sondeo se realiza con ayuda de un trazador de líneas que detecta el voltaje de la red existente. También se destapan los registros y se identifican las direcciones de los cables de energía eléctrica y demás redes existentes (telefónicas, gas, agua y drenaje).

Figura 2. Guía para identificar el inicio y terminación de los ductos (Cobra).

Figura 3. Equipo para trazar e identificar direcciones de las instalaciones existentes. (Trazador electrónico).

Una vez realizado el sondeo se procede a definir por donde va pasar la nueva red, con ayuda de aerosol se comienzan a marcar las trayectorias por donde se va a colocar la canalización de los ductos, donde previamente se realizó la demolición y excavación de la superficie, ya sea con herramienta menor o maquinaria pesada.

Figura 4. Trazo, corte y demolición de la superficie.

Trazo, corte y demolición de la superficie

Cada uno de los bancos de ductos cuenta con ciertas especificaciones dependiendo el diámetro y la cantidad de tubería que va llevar

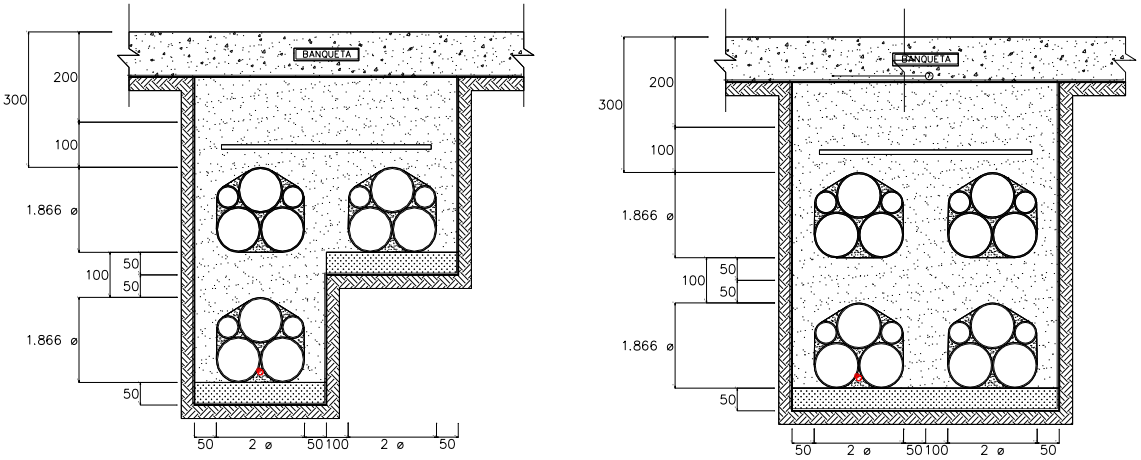


Figura 5. Banco de ductos de PAD (Polietileno de Alta Densidad) o PADC (Polietileno de Alta Densidad Corrugado) para media tensión en banqueta y arroyo.

Instalación de banco de ductos.

Para la instalación de ducto, CFE suministra la mayoría de estos materiales los cuales son proporcionados en carretes de ducto PEAD (Polietileno de Alta Densidad), al comenzar con el tendido de estos se respetan los lineamientos que en el plano del proyecto viene; así como la configuración con la que se va colocar el banco de ductos.

Instalación de sistemas de tierra.

Banco de ductos.

Relleno fluido.

Figura 6. Figuras donde se aprecia la instalación de los bancos de ductos. Desde su instalación, colocación y su respectivo relleno.

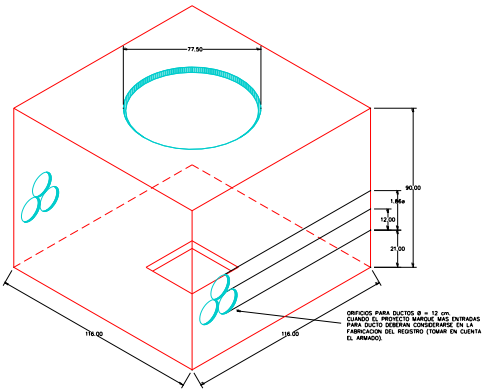
Una vez que la excavación haya sido recibida satisfactoriamente, se procederá al tendido de los ductos en la cantidad, calidad y los diámetros que haya fijado CFE, así como la instalación de los cables para el sistema de tierras (neutros) que irán directamente enterrados junto al banco de ductos.
Cuando ya se tenga la totalidad de los ductos perfectamente alineados y nivelados se podrá rellenar el volumen indicado en los planos de construcción los cuales se realizan con relleno fluido f`c = 14 kg/cm² de acuerdo a los planos de construcción.

Figura 7. Configuración de los bancos de ductos y relleno fluido.

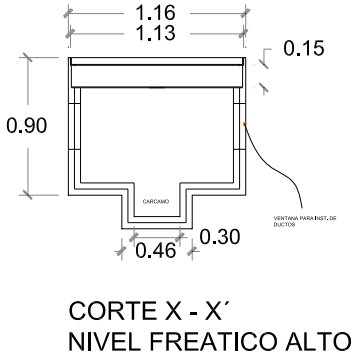
Finalizando el relleno entra la etapa de reposición de las superficies en banquetas y arroyos donde los materiales empleados serán de las mismas características que los materiales existentes.
De igual manera cuando los cielos abiertos, en la trayectoria de nuestra canalización deberán ser restituidas en su totalidad garantizando su crecimiento y conservación.

Instalación de registros pozos y bóvedas prefabricadas.

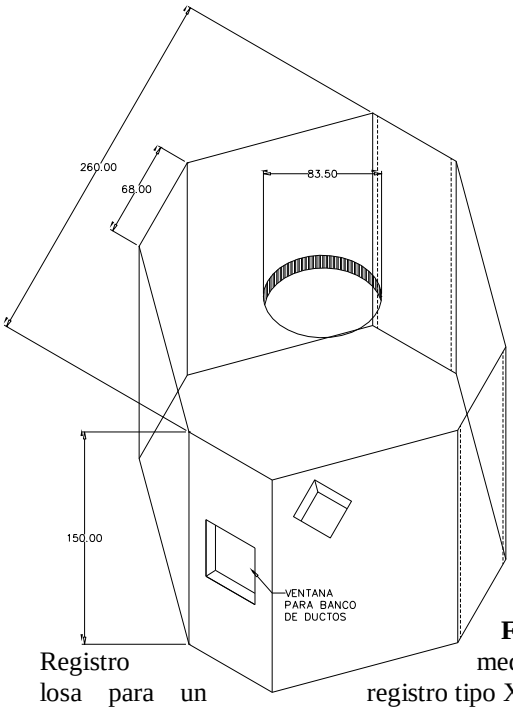
La colocación de los registros prefabricados debe ser sobre terreno natural compactado de acuerdo a los planos, quedando debidamente nivelados conforme al perfil del piso terminado. Ya instalados los registros se verifican las conexiones con el ducto, tanto en su interior como es su exterior, sellando las entradas y redondeando todas las aristas para evitar daños al cable.

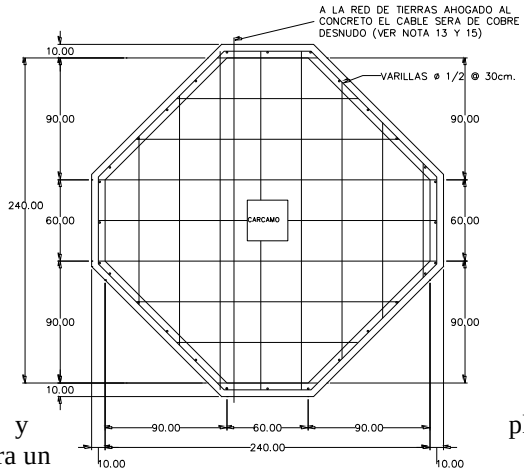


Registro tipo RMTA4
(Registro media tensión en arroyo tipo 4)



Registro RMTB3
(Registro media tensión en banqueta tipo 3)





Isométrico y planta de losa para un registro tipo X

Figura 8. Registro media tensión en arroyo tipo 4 (RMTA4), y Registro media tensión en banqueta tipo 3 (RMTB3); e Isométrico y planta de losa para un registro tipo X.

Construcción de bóvedas y seccionadores.

La construcción de este tipo de estructura lleva un proceso en el cual de la misma manera que en el banco de ductos se realiza un sondeo en donde podremos colocar dicha estructura, con apoyo de los planos eléctricos y de obra civil para definir las direcciones y la colocación de los equipos. Realizado esto se continuara con el corte, demolición y excavación de la superficie.

Las bóvedas tendrán una plantilla de concreto para separar el acero del suelo y trabajar en limpio durante los siguientes procesos que son el tendido del acero y el habilitado de la cimbra.

Terminando este proceso se comienza con el habilitado y tendido del acero de refuerzo, del cual seguimos las especificaciones que nos proporcionan en los planos, considerando todos los diámetros y separaciones estipuladas por CFE.

Las bóvedas de igual manera que los bancos de ductos llevan un sistema de tierras el cual puede quedar ahogado dentro de la bóveda o en su exterior fijadas a la tierra con varillas de cobre y unidas mediante soldadura para cable de cobre, dejándolas debidamente instaladas y fijadas a las varillas.

Terminado esto se comenzara a colocar la cimbra común, la cual se cuidara que este lubricada (bañada en diésel), su diseño se ajustara a la forma, línea y dimensiones de los miembros de la boveda según lo especificado en los planos de construcción; esta madera de segunda calidad será colocada en la parte exterior de la bóveda cuidando que este correctamente apuntalada para resistir las cargas del concreto, y dicha cimbra podrá ser retirada después de 24 hrs.

La cimbra aparente será colocada en las caras interiores de la bóveda que estarán unidas adecuadamente entre sí para evitar alguna deformación en su elemento, de igual manera tendrá que apuntalarse y no retirar ninguno de estos elementos durante el fraguado evitando algún tipo de deformación en la estructura.

Terminada la cimbra se procede a programar el concreto el cual específica CFE tiene que ser premezclado por el tipo de estructura y con una resistencia de f´c = 200 kg/cm².

Se realizaran pruebas de revenimiento, utilizando conos y cilindros para las pruebas de resistencia determinada en un periodo de 28 días, considerando las normas de reglamento A.C.I. para dichas pruebas

CFE especifica que todo concreto tendrá un revenimiento fijado en los planos de construcción los cuales nombra 10 cm de revenimiento, donde se tiene una holgura de +/- 2 cm y un máximo de 2.5 cm.

De igual manera estipula que ninguna revoltura deberá realizarse a máquina y solo en los casos que CFE apruebe lo contrario podrá realizarse a mano y siempre y cuando sea empleado en elementos no estructurares o el colado sea mayor a 1 m³.

Para su colocación y vibrado, se deberá humedecer la base de la superficie hasta saturarla, para evitar segregación, la revoltura se distribuirá uniformemente sobre la superficie y con ayuda de un vibrador para ayudarle a llegar a todos los puntos garantizando su uniformidad.

Para el terminado se coloca una estructura reticular formada a base de perfiles donde va recibir las tapas de concreto polimérico.

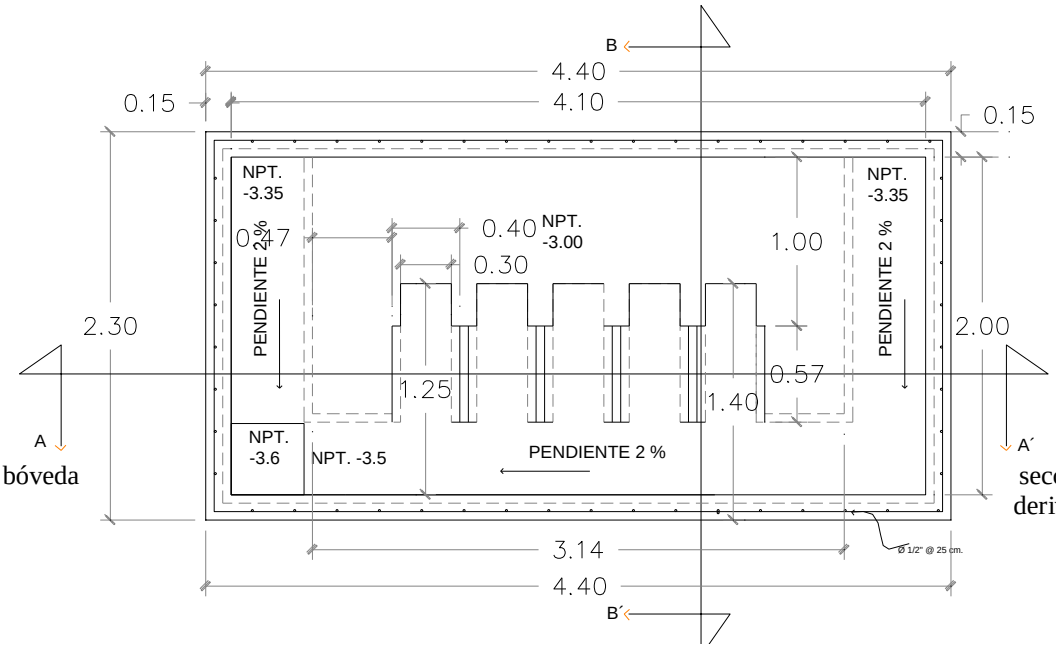


Figura 9. Planta de bóveda seccionador derivador

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante la ejecución de los trabajos se presentaron diversos problemas iniciando por el trazo de los bancos de ductos ya que existen muchas instalaciones tanto como de luz y fuerza como pluviales, telefónicas, de drenaje, gas, agua, alta tensión, alumbrado.

Se realizaron los sondeos correspondientes identificando entradas y salidas de registro proyectando las posibles trayectorias de las canalizaciones.

Figura 10. Se muestra el trazo de las líneas existentes y las marcas realizadas en los registros para identificar las direcciones.

Ya identificadas las trayectorias se realiza el corte de la superficie con el cual se presentaron diversos problemas debido a los establecimientos que se encuentran alrededor de la obra a realizar, manifestando molestias por el ruido y el polvo causado por los trabajos argumentando que incomodan a sus clientes, dañan su imagen y se ve reflejando en la economía del negocio.
Para solucionar este tipo de problemática se realizaron platicas con las personas responsables de los establecimientos llegando acuerdos de tiempos eh implementando soluciones rápidas como saturar el la superficie con agua para evitar el polvo y realizando cortes en horarios que no afecten a dichos negocios.
Demolición: según lo considerado por CFE contemplo según su proyecto se tenía considerado 10 cm. de espesor sin embargo en el proceso de excavación se encuentran infraestructuras existentes entre ellos banquetas, capas de asfalto, estructuras de mampostería, bancos de ductos por el cual el concepto de demolición se lleva a volúmenes excedentes.

Figura 11. Se muestra espesor del concreto en una bóveda donde se encuentran dos capas de concreto.

Ya con las dificultades encontradas se plantean las posibles soluciones, se implementó el uso de una retroexcavadora para facilitar la demolición del concreto y disminuir el tiempo que nos tardábamos realizándolo a mano, con las instalaciones existentes se realizan precios extraordinarios por el movimiento o reubicación de estas líneas

Figura 12. Se muestra el proceso para la instalación de un banco de ductos, con las especificaciones que establece el SOS.

Dichas especificaciones nos dan las profundidades y formas de excavación así como los elementos con los que se deben de contar como son: la forma de colocar los tubos, el sistema de tierras que debe de incluir, el relleno fluido, la cinta de precaución hasta dejar los acabados.

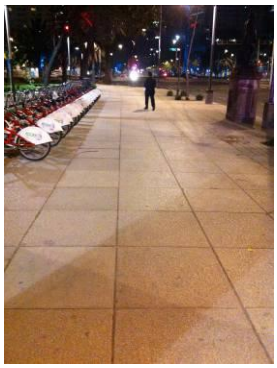


Figura 13. Se observa el proceso de la instalación de un banco de ductos hasta la entrega con los acabados.

Los trabajos se realizaron de acuerdo a las especificaciones, resolviendo los problemas, realizando análisis de costos, platicando con los afectados para llegar acuerdos donde nos veamos beneficiados de ambas partes.

CONCLUSIONES

Durante el proceso de ejecución de los trabajos se presentan diversas situaciones las cuales se hacen notorias ya que representan atrasos en los trabajos, algunas de ellas fueron, problemas con la entrega de los materiales, las instalaciones existentes, mano obra.

Para resolver los problemas presentados se tomaron diversas medidas ya mencionadas, las cuales nos ayudaron avanzar con los trabajos de la mejor manera y cumpliendo con las normas establecidas por CFE.

Realizar una planeación adecuada dentro de la obra, es una parte muy importante ya que nos ayuda a ver el tiempo de ejecución de los trabajos, los materiales y el personal requerido para dichos trabajos por ende evita caer en atrasos de la obra.

El ingeniero civil resulta ser muy importante para el desarrollo de todo tipo de obras de construccion ya que puede cumplir muchas funciones. En este caso la supervisión y administración, es decir, programar los materiales, mano de obra y equipos necesarios para ejecutar los trabajos y como resultado en este caso es la entrega de las instalaciones para la nueva red de energía eléctrica, esta obra es muy importante ya que proporcionara energía eléctrica al sector industrial, corporativo y de vivienda en la zona de reforma, siendo de gran utilidad para todos los residentes ya que dotara de este servicio que es muy importante para todas las actividades diarias, como es el uso de aparatos electrodomésticos, entretenimiento; así como para sus necesidades y actividades tanto en casa, como empresa, industria, oficinas, recreación, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1.- American Concrete Institute. Comité ACI 318. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05), (versión en español y sistema métrico). Primera impresión, 2005.

2.- Arnal Simón Luis y Betancourt Suárez Max. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. México. Editorial Trillas. Quinta Edición, 2005.

3.- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Ley de la Comisión Federal de Electricidad, 2004.

4.- Comisión Federal de Electricidad. Dirección de Operación - Subdirección de Distribución. Lineamientos Técnicos y Administrativos para la Instalación de Redes de Telecomunicaciones en la Infraestructura de distribución de CFE, 2013.

5.- Comisión Federal de Electricidad. Seguridad e higiene. Capitulo 100.

6.- Planos del Proyecto para la Modernización de la Red Eléctrica Subterránea de la Avenida Paseo de la Reforma de la Ciudad de México, D.F., Obra Civil (Paquete V):
- Plano Banco de ductos.
- Plano para bóveda transformador.
- Plano para bóveda seccionador y derivador.
- Plano para registro tipo 4 (RMTA4).
- Plano para registro tipo 3 (RMTB3 y RMTA3).
- Plano para registro tipo 1 (RMTB1).
- Plano de proyecto media tensión (MT), baja tensión (BT).

7.- Programa, Catálogo de Conceptos, Precios Unitarios y Procedimiento Constructivo de la Obra por parte del Contratista AT MAYA CORA S.A DE C.V. Departamento de Construcción y Ejecución de Proyectos. Modernización de la Red Eléctrica Subterránea de la Avenida Paseo de la Reforma de la Ciudad de México, D.F., Obra Civil (Paquete V).

8.- Secretaría de la Función Pública. Bitácora Electrónica de Obra Pública para la Administración Pública Federal (BEOP).
http://www.funcionpublica.gob.mx/

9.- Secretaría de la Función Pública. Licitación de Obra Pública. (COMPRANET).
https://compranet.funcionpublica.gob.mx

10.- Secretaría de la Función Pública. Manual de Bitácora Electrónica de Obra Pública para la Administración Pública Federal (BEOP).
http://www.uv.mx/contraloria/files/2013/02/18.Manual-de-Usuario-para-el-Administrador-de-Dependencia-y-entidad-Federativa.pdf

11.- Secretaria de Obras y Servicios (SOS). Especificaciones SOS. Capítulo (reparaciones en arroyo y/o banqueta).

ANALISIS CUANTITATIVO DE RECURRENCIA DE SUPERFICIES RUGOSAS APLICADO A PERFILES OPTICOS Y DE SPECKLE

O. Sarmiento Martinez[1], M.G. Vargas Vega[1], J.E. Ruiz Ramirez[1], O.C. Benitez Centeno[1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec- ITZ, Departamento Metalmecánica, Ingeniería Electromecánica. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec Morelos, México, C.P. 62780.*
oscar.sm@itzacatepec.edu.mx

Resumen – En este trabajo, se establece el Análisis de Recurrencia Cuantitativo (*RQA*) como herramienta practica para comparar la rugosidad superficial (R_a), mediante parámetros de porcentaje de: Recurrencia *(%REC*), Determinismo (*%DET*) y Laminaridad (*%LAM*). Las variaciones de rugosidad superficial de diferentes procesos de maquinados son obtenidos a partir de la dispersión de intensidad de un haz laser y se manifestan como cambios en las propiedades estadísticas de patrones de Speckle y perfiles ópticos. La aplicación del análisis *RQA* mediante Gráficos Recursivos (*RPs*), permitió distinguir entre los procesos de maquinado, poniendo de manifiesto características que otras metodologías son incapaces de detectar.

Palabras clave: RQA, Gráficos Recursivos, Rugosidad, Procesamiento óptico de datos, Patrones de Speckle.

Introducción

Las superficies generadas mediante procesos de maquinado poseen características topográficas que pueden estar determinadas por diferentes condiciones de trabajo [1]. Por otra parte, el termino *maquinabilidad* aunque es una expresión sencilla, es difícil de generalizar, comprende la facilidad o dificultad con la que un material se puede maquinar [2]. Sin embargo, las superficies que generan estos procesos basan su caracterización mediante métodos convencionales tales como el registro de alturas por medio de dispositivos mecánicos, en donde la precisión, el tiempo de barrido y el deterioro de la superficie constituyen una desventaja para su utilización causada por la obtención de información de la rugosidad y la forma de superficie.

Técnicas basadas en transformaciones matemáticas como el análisis de frecuencias y/o wavelets para el análisis de superficies han sido desarrolladas para la caracterización de la rugosidad [3]. No obstante, este tipo de técnicas utilizan parámetros convencionales tales como la rugosidad promedio (R_a) y la rugosidad media cuadrática (R_{rms}), para detectar cambios relacionados con la amplitud de los perfiles. Por lo que es necesario utilizar una técnica que no dependa de tales parámetros.

Para el tratamiento de las fluctuaciones de alturas en superficies, un enfoque pudiera ser la teoría del caos, la cual parte de fenómenos que aunque aparentemente son de naturaleza aleatoria están regidos por leyes deterministas que al combinarse producen un resultado complejo. Por otra parte, entre las diferentes metodologías de análisis de señales caóticas, Eckmann *et* al. propone una metodología denominada gráficos recursivos (*RPs*) [4]. Este tipo de análisis grafico de señales pone de manifiesto características en donde las

heterogeneidades y las complicadas contribuciones del sistema salen a relucir y que mediante otras metodologías son imposibles de detectar.

Para cuantificar la estructura compleja que ocurre en los *RPs,* Webber et al., propone el Análisis de Recurrencia Cuantitativo (*RQA*), que se basa en la cuantificación de las estructuras de las líneas diagonales presentes en los *RPs* [5]. Posteriormente, Norbert Marwan adiciona con éxito cuantificaciones basadas en estructuras de líneas verticales [6].

Por otro lado, es conocido que varios métodos no intrusivos han sido desarrollados para cuantificar la rugosidad superficial [7-12], siendo las técnicas ópticas las más ampliamente utilizadas para medir características de superficies. En este contexto, la técnica láser de Speckle ha sido aplicada en diferentes áreas de la Ciencia e Ingeniería, tal es así que ha sido aplicada en la obtención de parámetros para el control de la rugosidad en metales y polímeros, utilizando patrones digitales de Speckle y perfiles ópticos respectivamente [13-15].

Se podría pensar que la utilización conjunta de este tipo de técnicas no intrusivas junto con técnicas basadas en análisis de datos no lineales como los *RPs*, hacen el problema aún más complicado e incluso intangible, sin embargo estudios recientes establecen el *RQA* como técnica para comparar la *maquinabilidad* en aceros, así como el desgaste en procesos de fresado y vibración en procesos de torneado a partir de imágenes de Speckle [2, 16, 17].

El presente estudio tiene como objetivo establecer el *RQA* como una herramienta practica para comparar la rugosidad superficial (R_a), a partir de diferentes procesos de maquinados con rugosidad superficial conocida, obtenidos mediante la dispersión de intensidad de un haz láser que representan los cambios en las propiedades estadísticas de patrones de Speckle y perfiles ópticos.

Sección Experimental

Equipo óptico

Un láser verde con una potencia de salida de ~50 mW y longitud de onda (λ) de 533 nm, es utilizado como fuente de iluminación. Un objetivo de microscopio (40X) y una lente biconvexa (f=50 mm) se emplean para expandir y colimar el haz láser. Una cámara CCD Alfa a200 con resolución de 3872 x 2592 pixeles y tamaño de pixel de 6.095 x 7.253 es utilizada para el registro y captura de los patrones de speckle. Un comparador de rugosidad convencional (*Microfinish*) es utilizado para obtener los perfiles ópticos y patrones de speckle correspondientes a rugosidades superficiales del orden de: 0.1-0.2 µm (lapeado), 0.4-0.8 µm (rectificado), 1.6-12.7 µm (perfilado).

Perfiles opticos

El arreglo experimental consistió en iluminar con haz láser, un punto en la parte central de cada sección a analizar del comparador (figura 1a), en donde un

sistema mecánico traslacional permitió el desplazamiento longitudinal a través de cada sección media a analizar y su correspondiente escaneo óptico. La luz esparcida producida contiene información de las irregularidades y variaciones de la superficie, la cual es colectada a través de una lente biconvexa de distancia focal (*f*= 200 mm) y dirigida hacia un detector de potencia acoplado a un adquisidor de datos que su vez se encuentra acoplado a una PC para su posterior análisis.

Patrones de Speckle

Para la obtención de los patrones digitales de speckle (figura 1b), el haz del láser es amplificado un diámetro de ~10 mm mediante un objetivo de microscopio de 40X junto con una lente biconvexa con distancia focal (*f*=50 mm). Un área de ~78.53 mm^2 de superficie es iluminada para su análisis, el patrón de speckle producido es registrado mediante una cámara CCD Alfa a200 el cual contiene las variaciones e irregularidades de la superficie.

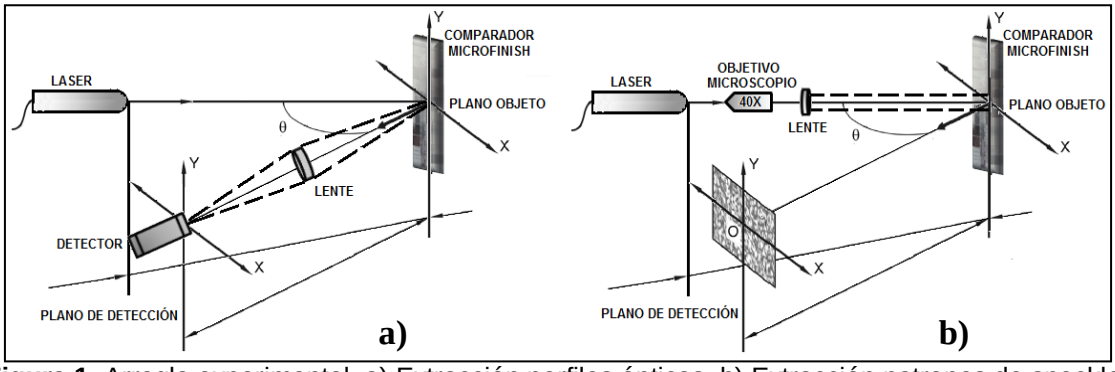


Figura 1. Arreglo experimental, a) Extracción perfiles ópticos, b) Extracción patrones de speckle.

En el procesamiento digital de cada patron de speckle registrado se utiliza un software de aplicación. Se obtienen los perfiles de intensidad (vectores 1x1616 pixeles) correspondientes a ~78.53 mm^2 de la sección transversal iluminada por el haz láser. El vector resultante, representa el promedio total de la imagen la cual contiene la información de las variaciones e irregularidades del área de superficie analizada.

RPs y RQA

Los perfiles ópticos y de Speckle, son utilizados para caracterizar la superficie mediante gráficos recursivos (*RPs*) y se cuantifican mediante la técnica *RQA*. Para la construcción de los gráficos recursivos se empleó el software de aplicación *Análisis de Recurrencia Visual* (*VRA* V.4.9) [18]. Mediante una serie de tiempo unidimensional se expande en un espacio de dimensiones superiores, en el que la dinámica subyacente del sistema es generada dentro de un espacio de fase artificial denominado espacio embebido (*embedding space*) [19], en donde las trayectorias en el espacio reconstruido son topológicamente equivalentes al espacio original [20]. Por lo que, para realizar una correcta reconstrucción de la

dinámica del proceso es necesario determinar el valor de retardo (τ) (*delay)*, así como una dimensión embebida (*m*) (*embedding dimension*) adecuada.

La función de información mutua es utilizada en la determinación del valor óptimo de retardo y para la reconstrucción del espacio de fases [21]. En donde, si el valor óptimo de retardo es muy corto, las coordenadas usadas para la reconstrucción podrían no ser lo suficientemente independientes para llevar nueva información acerca de la trayectoria del sistema en el espacio. Por otra parte, si el valor óptimo de retardo es muy largo, las coordenadas podrían ser aleatorias con respecto a cada una de la otra.

Por otro lado, para la selección del valor de la dimensión embebida (*m*), se utiliza el método de falsos vecinos [22]. El valor *m*, determina el número de componentes en el vector reconstruido del sistema de estados, en donde para series de tiempo sin ruido, el usar valores altos de dimension embebida no ocasiona problema. En contraparte, si estas contienen ruido, este se amplifica y la calidad de la predicción se deteriora. Por lo que, es necesario fijar una *m* adecuada, de tal manera que la dinámica del sistema sea resuelta de forma óptima.

En el presente trabajo, el software *Commandline Recurrence Plots* es utilizado para cuantificar las estructuras complejas [23], solo se considera los siguientes parámetros de *RQA*: a) Porcentaje de recurrencia (*%REC*), b) Porcentaje de determinismo (*%DET*) y c) Porcentaje de laminaridad (*%Lam*).

a) Porcentaje de Recurrencia (*%REC*): es el porcentaje de puntos recurrentes en el espacio de fase, excluyendo la diagonal principal. Los procesos implícitos periódicos tienen valores de porciento de recurrencia más altos.

$$\%REC = \frac{1}{N^2}\sum_{i,j=1}^{N} R_{i,j} \qquad (1).$$

b) Porcentaje de Determinismo (*%DET*): es el porcentaje de puntos recurrentes que forman segmentos paralelos a la diagonal principal y cuya longitud alcanza o supera el umbral de la longitud mínima. Permite distinguir entre puntos recurrentes dispersos y los que se organizan en patrones diagonales y contiene información acerca de la duración de una interacción estable, entre más larga sea la interacción mayor es el *%DET*.

$$\%DET = \frac{\sum_{l=l_{min}}^{N} lP(l)}{\sum_{i,j}^{N} R_{i,j}} \qquad (2),$$

donde *l* es la longitud de la línea diagonal paralela a la línea de identidad, *P(l)* es la distribución de frecuencias de líneas diagonales y R_{ij} la recurrencia de un estado.

c) Porcentaje de Laminaridad (*%LAM*): es el porcentaje de puntos recurrentes que se incluyen en segmentos de línea vertical a la diagonal. Mide

transiciones caóticas y se relaciona con la cantidad de fases laminares en el sistema (intermitencia).

$$\%LAM = \frac{\sum_{v=v_{min}}^{N} vP(v)}{\sum_{v=1}^{N} vP(v)} \quad (3).$$

Resultados y Discusión

En la figura 2, se presentan las series de datos de perfiles ópticos y patrones de speckle, correspondientes a los diferentes maquinados convencionales y cuyas rugosidades superficiales varían entre R_a=0.2-12.7 μm.

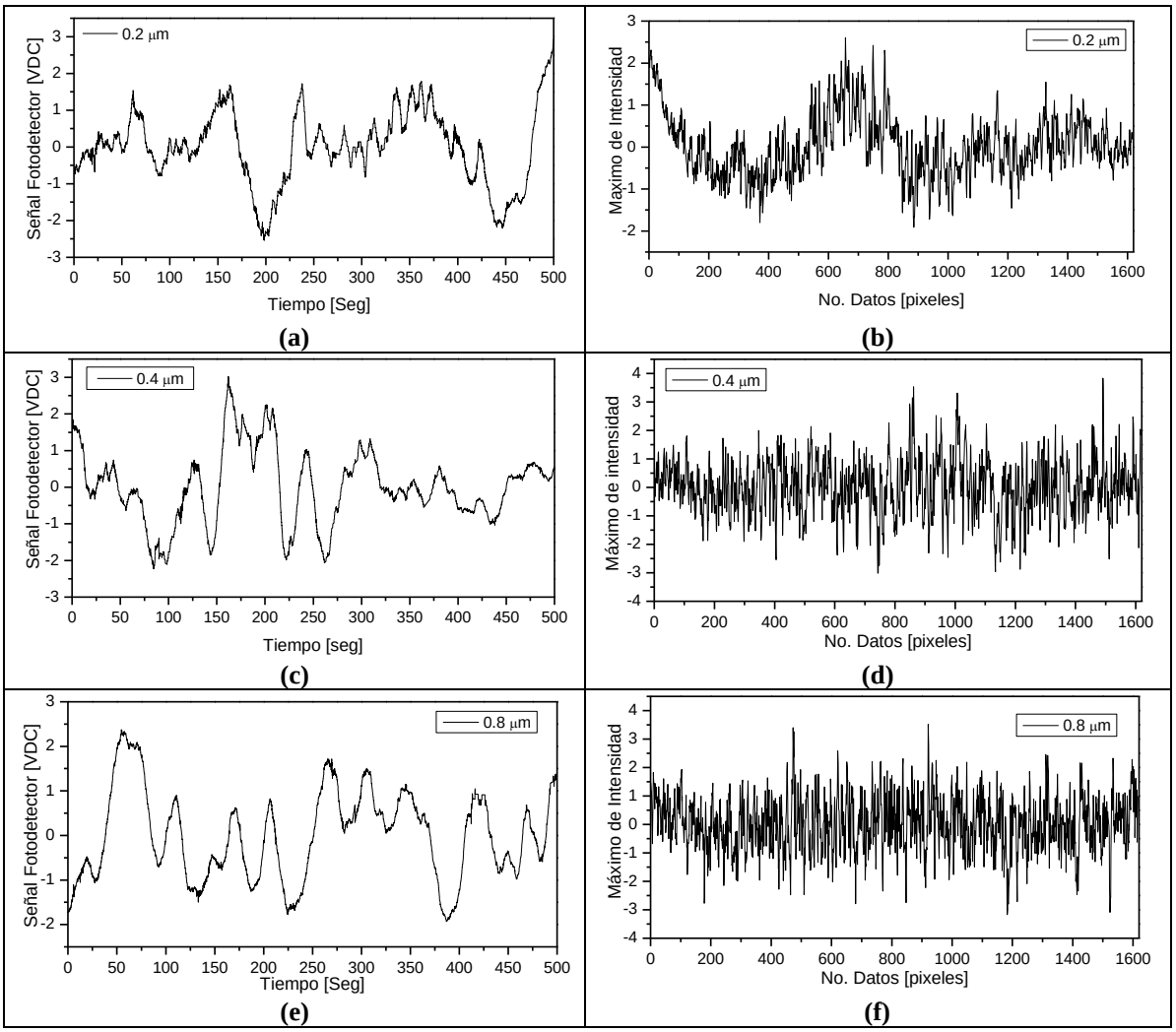


Figura 2. Perfiles ópticos y de Speckle, (a, b): Lapeado, R_a=0.2 μm. (c, d): Rectificado, R_a=0.4 μm. (e, f): Rectificado, R_a=0.8 μm. (g, h): Perfilado, R_a=1.6 μm. (i, j): Perfilado, R_a=3.2 μm. (k, l): Perfilado, R_a=6.4 μm. (m, n): Perfilado, R_a=12.7 μm.

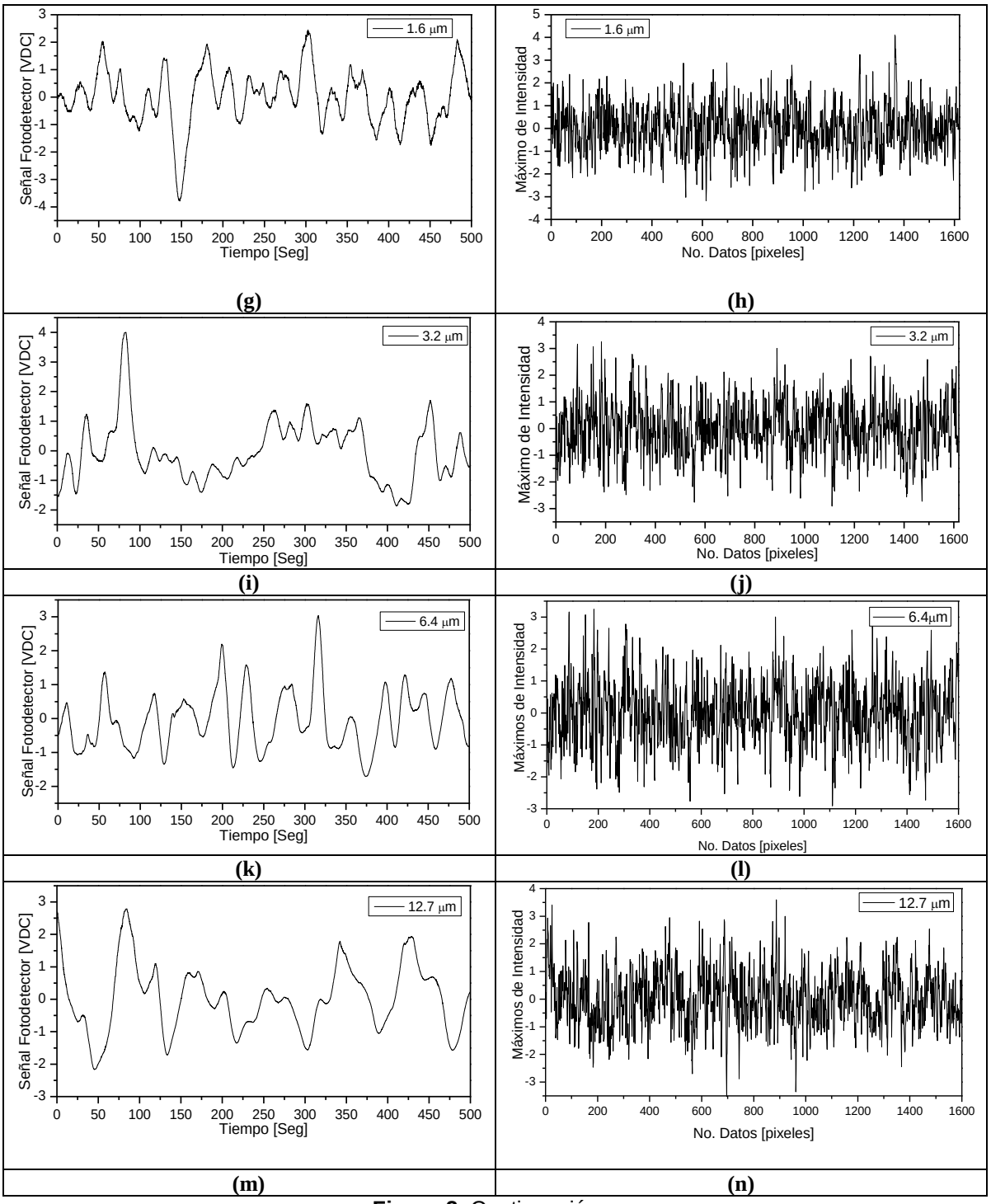


Figura 2. Continuación.

Para el análisis cualitativo (*RPs*) y cuantitativo (*RQA*) de los perfiles ópticos y de Speckle, el procedimiento fue el siguiente:

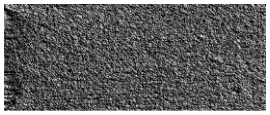
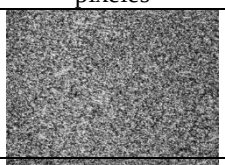
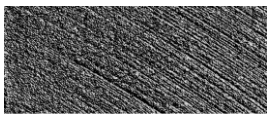
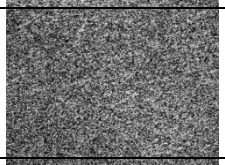
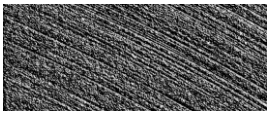
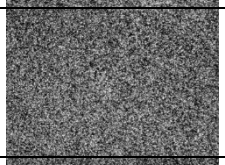
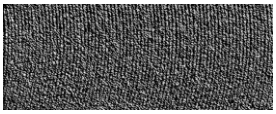
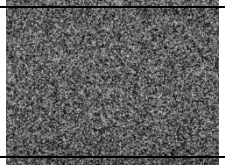
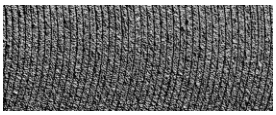
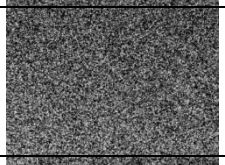
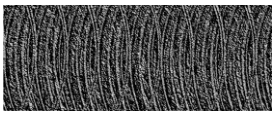
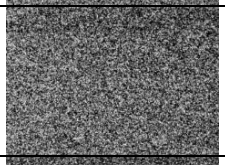
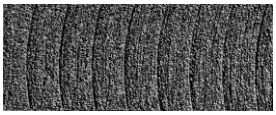
- Se realizó el análisis de la función de información mutua para la obtención del valor óptimo de retardo, el cual es utilizado para obtener el valor de la

dimensión embebida mediante el método de los falsos vecinos, en donde el valor máximo de dimensión fue fijado en 10.

- A partir del valor óptimo de retardo obtenido y la dimensión embebida computada, se generaron los *RPs* mediante el software *VRA* [18].
- El análisis *RQA* es llevado a cabo utilizando el software *Commandline Recurrence Plots* [23], el diámetro medio del espacio de fases es computado para la obtención del umbral óptimo ε (*Threshold Radius*) [24-25].

La tabla 1 muestra los parámetros obtenidos de los perfiles ópticos y de Speckle, aplicando los métodos descritos anteriormente.

Tabla 1. Parámetros obtenidos para los análisis de *RPs* y *RQA*

Proceso	Superficie	Patrón de Speckle resolución 1616 x 1080 pixeles	*Ra* [μm]	Perfiles ópticos			Perfiles Speckle		
				τ	m	ε	τ	m	ε
Lapeado			0.2	29	10	3.54	5	4	2.04
Rectificado			0.4	23	10	3.54	4	4	2.76
			0.8	29	5	2.55	5	5	3.03
Perfilado			1.6	26	10	3.45	3	3	2.44
			3.2	38	4	2.16	5	5	3.13
			6.4	30	7	2.46	3	3	2.43
			12.7	46	4	2.55	2	2	1.97

Analisis cualitativo

El análisis cualitativo consistió en generar los *RPs* a partir de los diferentes perfiles ópticos y de Speckle, de los diferentes procesos de maquinado y grado de rugosidad superficial. En la figura 3 se presentan, los correspondientes *RPs* generados sin utilizar el umbral ε.

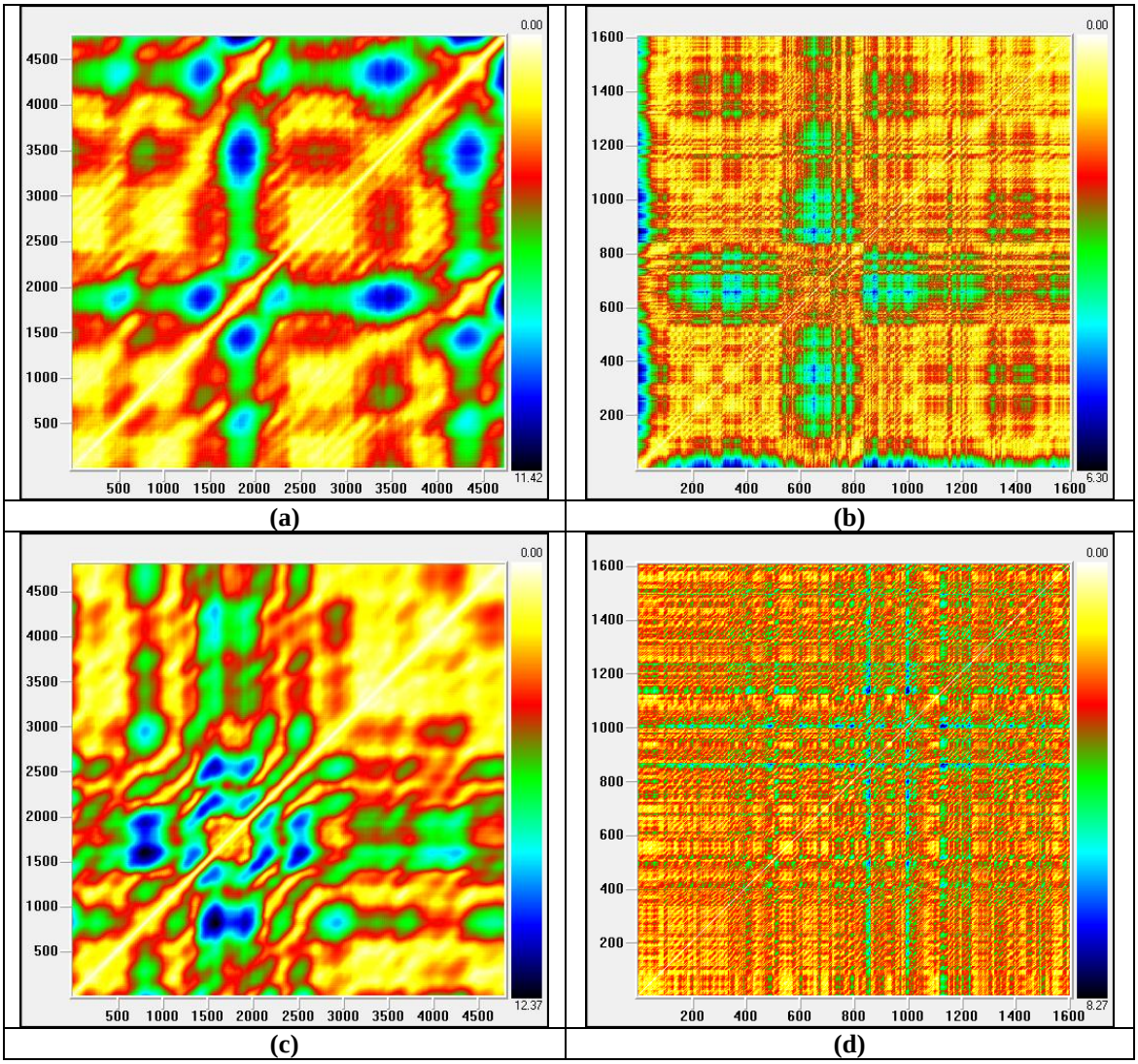


Figura 3. *RPs* obtenidos de los Perfiles ópticos y de Speckle. (a, b): Lapeado, R_a=0.2 μm. (c, d): Rectificado, R_a=0.4 μm. (e, f): Rectificado, R_a=0.8 μm. (g, h): Perfilado, R_a=1.6 μm. (i, j): Perfilado, R_a=3.2 μm. (k, l): Perfilado, R_a=6.4 μm. (m, n): Perfilado, R_a=12.7 μm.

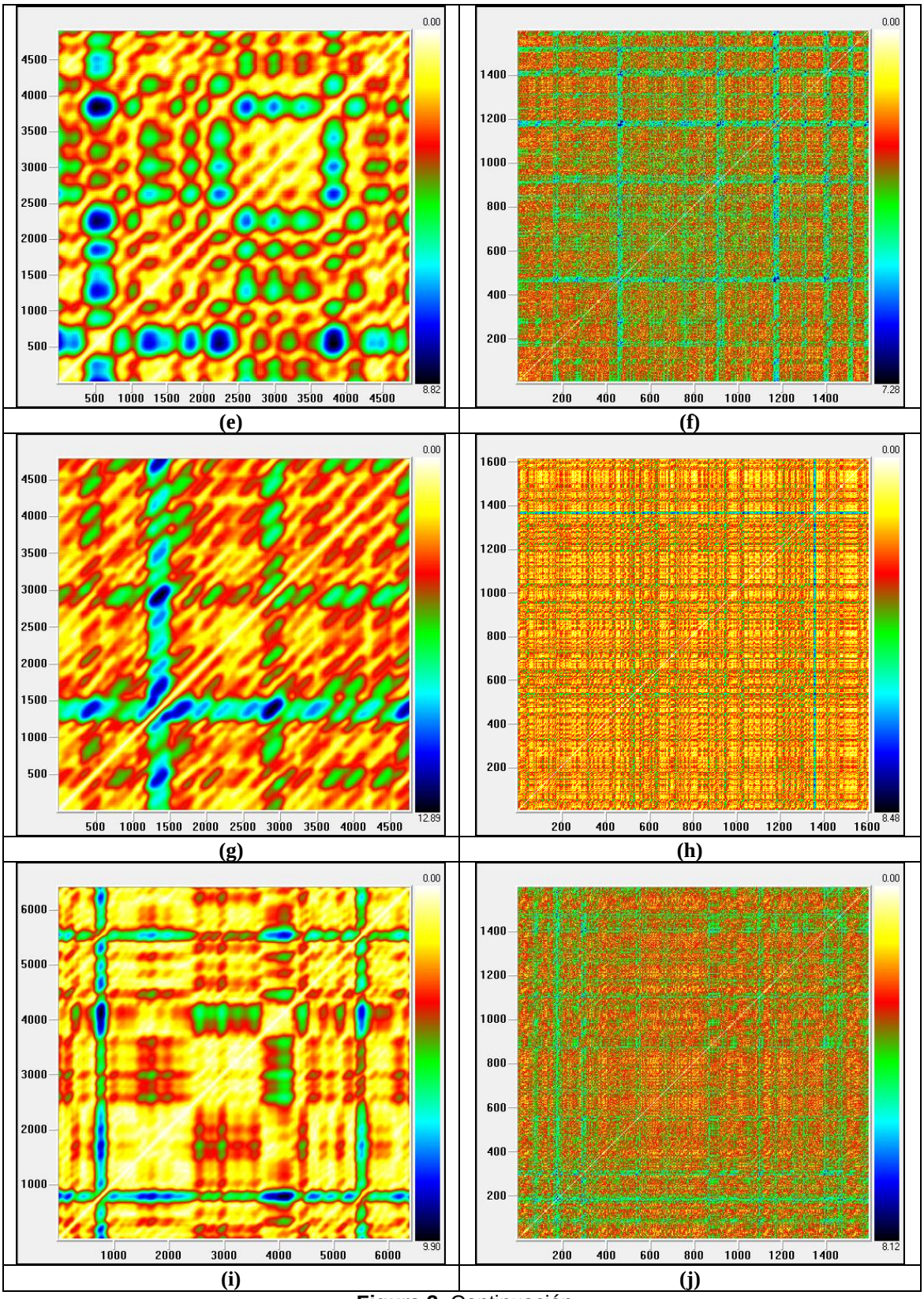


Figura 3. Continuación.

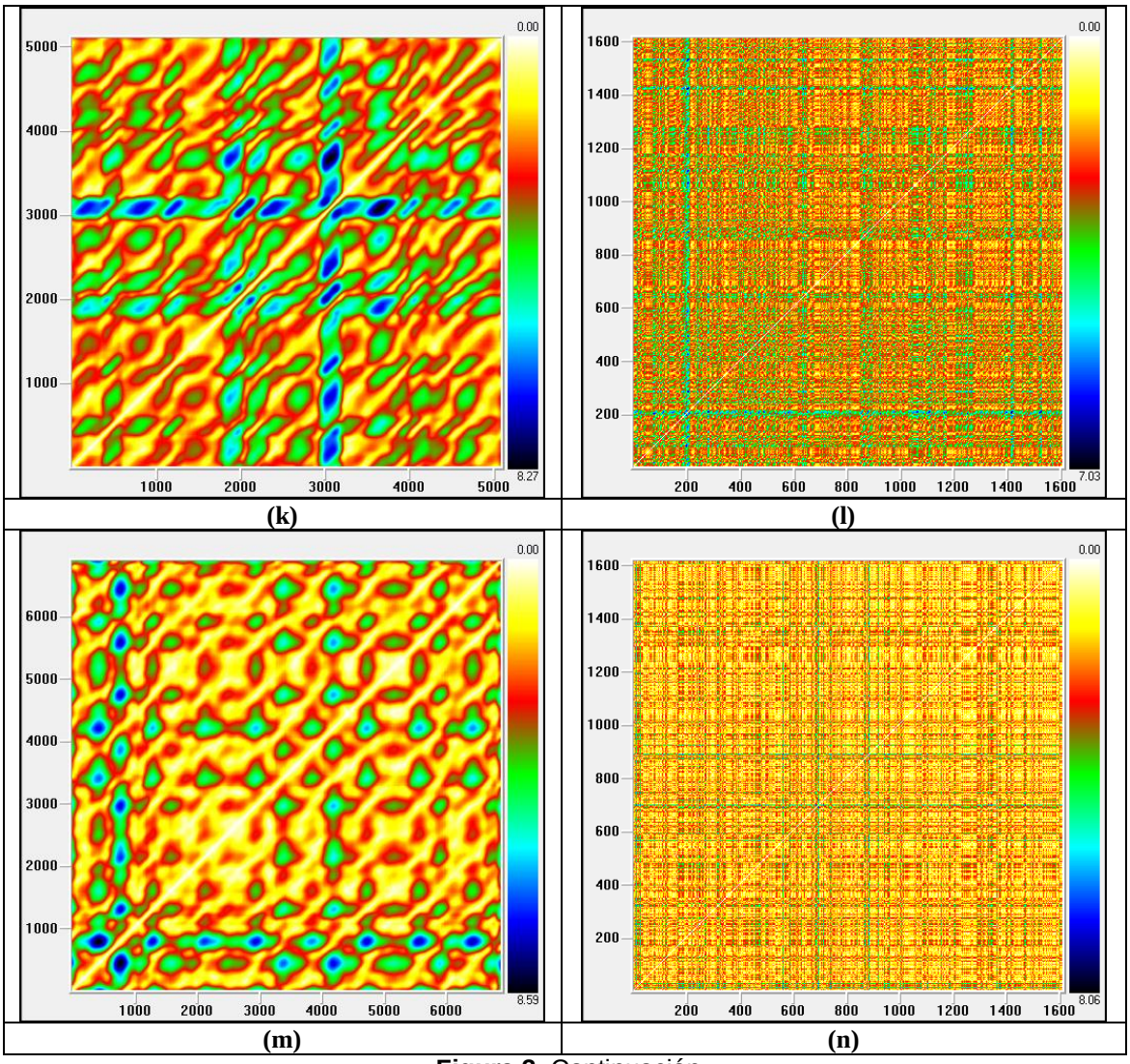


Figura 3. Continuación.

Información acerca de la dinámica de una serie de tiempo/datos es usualmente obtenida de la densidad de puntos y estructuras de líneas en un *RPs* [17]. En donde un gráfico recursivo homogéneo sin estructura es típicamente indicio de un proceso autónomo o estacionario tal como el ruido blanco, y por otra parte, los sistemas oscilantes tienen estructuras periódicas recurrentes o diagonalmente orientadas (líneas diagonales o patrones discernibles). La presencia de líneas verticales u horizontales significa la presencia de intermitencia o laminaridad, mientras que cambios abruptos en el proceso o dinámica así como eventos extremos son caracterizados por áreas o bandas blancas [6].

Por otra parte, se puede observar en la figura 3, que el grado de rugosidad superficial R_a proporciona una inspección visual inicial en la identificación de los cambios en la dinámica del sistema, reflejado en la textura de los *RPs*, los cuales son revelados por el color y/o el tipo de textura generado por el proceso de maquinado en el grafico recursivo. Para los perfiles ópticos (figura

2(a),(c),(e),(g),(i),(k),(m)) y sus respectivos *RPs* (figura 3(a),(c),(e),(g),(i),(k),(m)); presentan cierto grado de patrones discernibles o estructuras diagonalmente orientadas conforme la rugosidad superficial se incrementa; lo que concuerda con la textura superficial de cada uno de los procesos mostrados en la tabla 1, lo cual pudiera implicar que las fuerzas de corte que se producen durante el avance del proceso de mecanizado generan señales muy regulares y por consiguiente una mejor maquinabilidad.

Por otro lado, para los perfiles de speckle (figura 2(b),(d),(f),(h),(j),(l),(n)) esto no se ve reflejado en sus respectivos *RPs* (figura 3(b),(d),(f),(h),(j),(l),(n)); los cuales presentan líneas verticales y horizontales con el incremento del grado de rugosidad, lo cual indica que los perfiles de speckle no presentan ningún conjunto de oscilaciones que posean periodicidad alguna (no correlacionadas) y a su vez implica un comportamiento estocástico. Si bien, esto pudiera ser debido al efecto que tiene la rugosidad superficial en la formación del patrón de speckle (tabla 1), en donde ésta genera aleatoriamente una distribución de intensidad, lo cual es el resultado de la interferencia múltiple de la luz proveniente de cada una de las irregularidades que conforman la superficie rugosa.

Analisis cuantitativo

Si bien, aunque los *RPs* proporcionan una comparación visual inicial de la rugosidad superficial, es necesario evaluarla en forma cuantitativa. Para el análisis *RQA* los parámetros utilizados m, τ, y ε son los indicados en la tabla 1., además de considerar la distancia Euclidiana como parámetro para determinar la distancia entre nuevos vectores se consideró una diagonal mínima de 2.

En la figura 4(a), se presenta el porcentaje de recurrencia (*%REC*) para los perfiles ópticos y de speckle en función de la rugosidad superficial R_a. En donde el *%REC* promedio para los perfiles ópticos y de speckle son de 47.69% y 60.23% respectivamente, lo cual implica que las texturas de superficie analizadas son generados por procesos con cierto grado de periodicidad.

El porcentaje de determinismo (*%DET*) está representado en la figura 4(b), en donde se puede observar valores altos de *%DET* para los diferentes grados de rugosidad R_a. El valor promedio de *%DET* es de 99.756% para perfiles ópticos y de 91.534% para perfiles de speckle. Esto se ve reflejado en la naturaleza de la textura de superficies de los procesos de mecanizado (ver imágenes de superficie tabla 1), en donde el *%DET* alcanza valores más altos cuando el maquinado produce señales con cierto grado de correlación e interacción más estables (regulares), debidas a las fuerzas de corte durante el proceso. Por otro lado, si las fuerzas de corte durante el proceso de mecanizado fueran inestables (irregulares) generaría señales con bajos valores de *%DET* y por consiguiente una baja maquinabilidad.

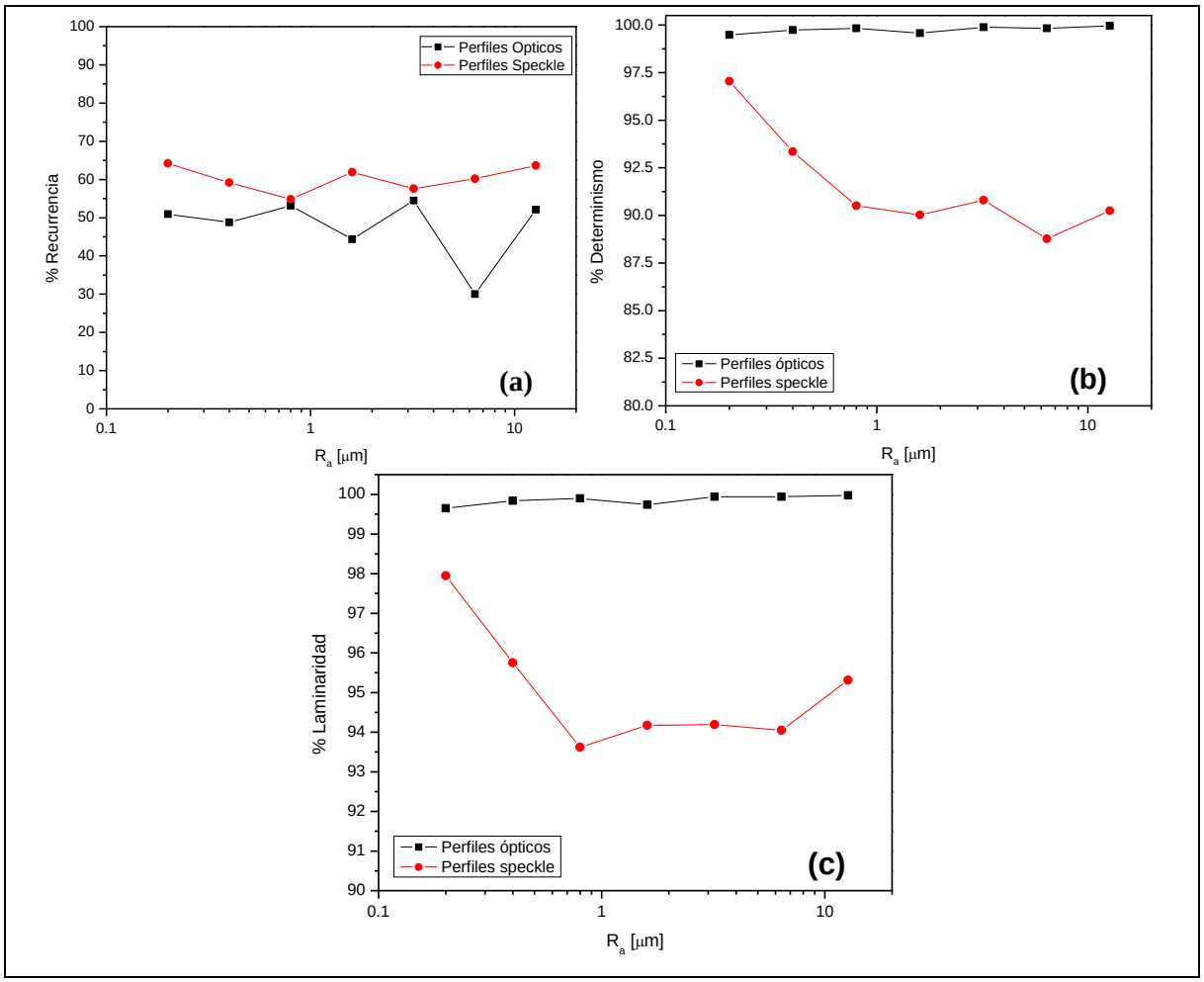


Figura 4. Análisis *RQA* de perfiles ópticos y de speckle en función de la rugosidad superficial R_a.

En la figura 4(c), se presenta el porcentaje de laminaridad (*%LAM*), el cual se pudiera definir como la alternación de estados o fases en sistemas dinámicos. En nuestro caso, esto se pudiera interpretar como la alternación de texturas superficiales regulares (estables) e irregulares (inestables), debidas a las fuerzas de corte generadas durante el proceso de mecanizado. El valor promedio de *%LAM* para los perfiles ópticos y speckle son de 99.856% y 95.006% respectivamente.

Conclusiones

El análisis *RQA* se puede establecer como una herramienta practica de comparación de rugosidad superficial (R_a). A partir de los resultados y discusiones anteriores, se puede concluir que la técnica es muy sensible a cambios en las condiciones de mecanizado y se puede emplear exhaustivamente para establecer y comparar la maquinabilidad de diferentes tipos de materiales metálicos. Se

propone la utilización conjunta de técnicas ópticas junto con técnicas basadas en análisis de datos no lineales para su aplicación en la metrología de superficie.

Referencias

[1] F. Eugenio López Guerrero, Raúl Cavazos Flores, Mario Delgado Acosta: Ingenierías, Vol. VI, No. 18 (2003).

[2] Ravish, Umashankar K. S., Abhinav Alva, Gangadharan K. V. and Vijay Desai: ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 6, No. 1 (2011).

[3] M. Bethencourt, FJ. Botana, JJ. Calvino, M. Marcos y M.A. Rodríguez-Chacón: Rev. Metalurgia, Vol. 34, 1,7-11 (1998).

[4] Eckman J. P., Kamphorst S. O. and Ruelle D.: Europhysics Letters, 4(9), 973-977, (1987).

[5] Webber CL, Zbilut JP.: J Appl Physiol, 76:965–73, (1994).

[6] Norbert Marwan.: Ph.D. Thesis. University of Potsdam, Institute for Physics, (2003).

[7] K. F. Sherwood, J. R. Crookall, *Proc. Inst. Mech. Eng.*, 1967-1968, 182(3K), 344-349.

[8] G. V. Blessing, E. D. Eitzen, *Surf Topogr.*, 1998, 1, 143-158.

[9] William Oswaldo Sosa C.,Miguel Sierra, Carlos A. Parra Vargas, Luis A. Salcedo, *Revista Colombiana de Fisica*, 2006, 38 (2), 826-829.

[10] R. Peña Sierra, R. G. Romero-Paredes, G. Aguila Rodriguez, *Superficies y Vacio*, 2001, 13, 92-96.

[11] I. Sherrington, E. H. Smith, *Wear*, 1988, 125, 271-288.

[12] I. Sherrington, E. H. Smith, *Wear*, 1988, 125, 289-308.

[13] A. L. Sampaio, D. C. Lobao, L. C. S. Nunes, P. A. M. dos Santos, L. Silva, J. A. O Huguenin, *Optics and Lasers in Engineering*, 2011, 49, 32-35.

[14] Antonio Marban, Oscar Sarmiento-Martinez, Darwin Mayorga-Cruz, Carmina Menchaca and Jorge Uruchurtu, *Journal of Materials Science and Engineering*, 2010, 4(10).

[15] Carmina Menchaca, Juan Carlos Nava, Sofia Valdéz, Oscar Sarmiento- Martínez and Jorge Uruchurtu, *Journal of Materials Science and Engineering*, 2010, 4, 50-58.

[16] Jacob Elias, Narayanan Namboothiri V. N., *International Journal of Production Thecnology and Management* (IJPTM), Vol. 1, No. 1, 56-64 (2011).

[17] S.D. Mhalsekar, S.S. Rao, K.V. Gangadharan, *International Journal of Engineering, Science and Technology*, Vol. 2, No. 5, 23-38 (2010).

[18] http://visual-recurrence-analysis.software.informer.com/4.9/

[19] F. Takens, *Int. Journal of Bifurcation and Chaos*, Vol. 3, 2, 241-256, 1993.

[20] Edgar A. Cazares Ibáñez, "*Estudio de sistemas caóticos y su relación con el fenómeno de corrosión por picadura en un sustrato metálico en presencia de iones cloruro y sulfato*", Ph.D. Thesis, UNAM, Facultad de Química, 2005.

[21] Andrew M. Fraser and Harry L. Swinney, *Phys. Rev. A*, Vol. 33, 1134-1140, 1986.

[22] M. B. Kennel, R. Brown, and H. D. I. Abarbanel, *Phys. Rev. A*, Vol. 45, 3403, 1992.

[23] http://tocsy.pik-potsdam.de/commandline-rp.php

[24] S. Shinkel, O. Dimigen, and N. Marwan. *Selection of recurrence threshold for signal detection*. Eur. Phys. J. Special Topics, 164, 45-53 (2008).

[25] Joseph P. Zbilut, Niza Thomasson, Charles L. Webber. *Recurrence quantification analysis as a tool for exploration of nonstationary cardiac signals.* Medical Engineering & Physics, (2002) 53-60.

ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO EN LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN 73L10 PROVENIENTE DE LA SUBESTACIÓN SAN FRANCISCO ZONA TOLUCA.

José Alfonso Santana Camilo[1], Wilfrido Sánchez García [2], Diego Alberto Ramírez Alpizar [1], Tomas Román González[1] ,Ángel Sandoval Jacobo[1]

[1]Instituto tecnológico de Zacatepec (ITZ) – jasantanac@hotmail.com, diego.ramirezalpizar@gmail.com, tomas_rg020192@hotmail.com,jacobo0001@yahoo.com.mx;
[2]Comision Federal de Electricidad División Valle de México Sur (CFEDVMS) – wilfrido.sanchez@cfe.gob.mx.

***Área de participación**: Termofluidos y energía*

Resumen – Las fallas por cortocircuito son la principal causa de daño en líneas de subtransmisión de 85 kV, por lo cual el estudio de las mismas es un aspecto importante en la distribución de la energía eléctrica. En México la CFE (Comisión Federal de Electricidad) utiliza el software Aspen para agilizar el estudio de cortocircuito debido a que está diseñado para el análisis de sistemas eléctricos. Con las simulaciones se puede conocer con rapidez y eficacia el comportamiento y la magnitud de las corrientes de falla, provocadas por diferentes tipos de cortocircuitos. El presente trabajo muestra el cálculo de corto circuito y la validación por medio Aspen, demostrando la veracidad de las simulaciones por medio de teoremas y cálculos que rigen el estudio de cortocircuito, para ello se analizará la línea 73L10 que cuenta con 5.238 km de longitud y está ubicada en la División Valle de México Sur Zona Toluca, dicha línea está conectada a 3 subestaciones de distribución Toluca (TOL), San Francisco (SSO) y Tlatelulco (TTO), para ello se utilizó como punto de falla la localización de la subestación de San Francisco, debido a que se encuentra a 2.37 km de la subestación de Toluca (TOL) y 2.868 km de la subestación de Tlatelulco (TTO).

Palabras clave: Cortocircuito, validación, líneas de subtransmisión.

Introducción.

Las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, son los elementos más propensos a fallas de cortocircuito, debido a su longitud y a que se encuentran expuestas a la intemperie [4, 5, 6], por tal motivo los cortocircuitos ocurren principalmente a lo largo de las líneas. Al ocurrir una falla de cortocircuito se produce una corriente muy elevada con respecto a la corriente de carga, la cual es denominada “corriente de falla” y es generada por la baja impedancia del sistema eléctrico [1, 7, 8], donde puede provocar daños a los equipos conectados al sistema eléctrico debido a su alta intensidad. En el territorio Mexicano la empresa encargada de la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica es la CFE, por tal motivo también es la encargada del estudio de las fallas que ocurren a lo largo de su sistema eléctrico. En las diferentes zonas que se encuentran a lo largo de la república Mexicana se cuenta con la oficina de protecciones que se encarga del estudio de cortocircuito. Las fallas más comunes en las líneas de subtransmisión de 85 kV son las monofásicas (fase a tierra) con un 80% de los casos, fase a fase (suelen evolucionar a fallas trifásicas) con un 15% de los casos y trifásicas con un 5% de los casos [2, 5, 6], las fallas de doble fase a tierra o trifásicas a tierra no son tomadas en cuenta debido a su baja probabilidad de producirse [1, 2].

La mayoría de las fallas que ocurren en los sistemas eléctricos son las fallas asimétricas que consisten en cortocircuitos asimétricos. Las fallas asimétricas que

pueden ocurrir son: fallas monofásicas, fase a fase y bifásicas (doble línea a tierra), este tipo de fallas producen un desbalance de carga convirtiendo al sistema eléctrico de subtransmisión en un sistema trifásico desbalanceado [8, 9]. Lo que ocasiona que exista una corriente de secuencia negativa y un flujo de corriente por el neutro del sistema o corriente de secuencia cero, todo lo anterior expuesto en el método de componentes simétricas. La falla trifásica no ocasiona un desbalance entre fases, por lo tanto es una falla simétrica ya que al producirse una falla trifásica no genera corrientes de secuencia negativa o cero [1, 8].
Para el análisis de cortocircuito es utilizado el teorema de Thevenin publicado por primera vez por el científico alemán Hermann Von Helmholtz en 1853, y redescubierto por el ingeniero Francés León Charles Thevenin (1857-1926), el cual menciona que cualquier sistema eléctrico de CA (corriente alterna) se puede sustituir por una fuente de voltaje y una impedancia en serie [3]. Por cuestión de la localización de la falla se utilizó el teorema de Kennelly nombrado así en honor al ingeniero Arthur Edwin Kennelly y también conocido como conversión estrella-delta [3].
Para la validación de los resultados se utilizó el software Aspen, que es la principal herramienta que utiliza la CFE para el análisis de cortocircuito, comenzándose a utilizar a principios de 1997 (debido a la experiencia del personal los resultados de las simulaciones cuentan con un alto grado de credibilidad).

Parte experimental.
Equipo – Las simulación de las fallas se realizó por medio del software Aspen, en el cual encuentran simulado el sistema eléctrico de la División Valle de México. Con ayuda del archivo de Aspen se realizó las simulaciones de las fallas que podrían suscitarse en el punto de falla, para ello los parámetros de las simulaciones deben coincidir con los datos reales del sistema eléctrico.
Para el estudio de corto circuito es necesario el análisis de todo el sistema eléctrico (generación, transmisión, subtransmisión y distribución), hasta llegar a la línea que se desea analizar, por tal motivo es necesario generar un circuito equivalente que cuente con las subestaciones que estén conectadas a la línea 73L10, con lo anterior mencionado se formuló el circuito equivalente por medio de Aspen para facilitar el estudio de cortocircuito
Metodología – El análisis de cortocircuito se llevó acabo en la línea 73L10 que se encuentra entre las subestaciones de TOL y TTO, y cuanta con un conductor tipo Drake 795 kcmil ACSR.

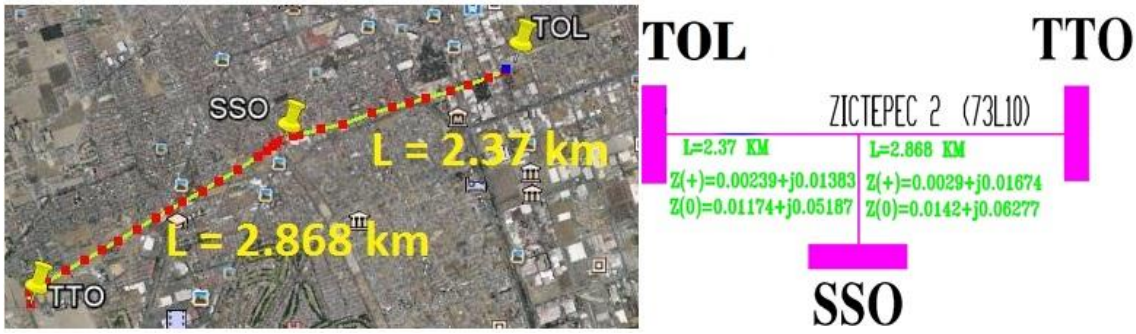


Fig. 1 Localización de la línea 73L10.

Circuito equivalente de las tres subestaciones TOL, SSO y TTO – Para la obtención del circuito equivalente de Thevenin se utiliza el archivo de Aspen donde se encuentra simulado los circuitos de 400 kV, 230 kV y 85 kV de la división Valle de México Sur.

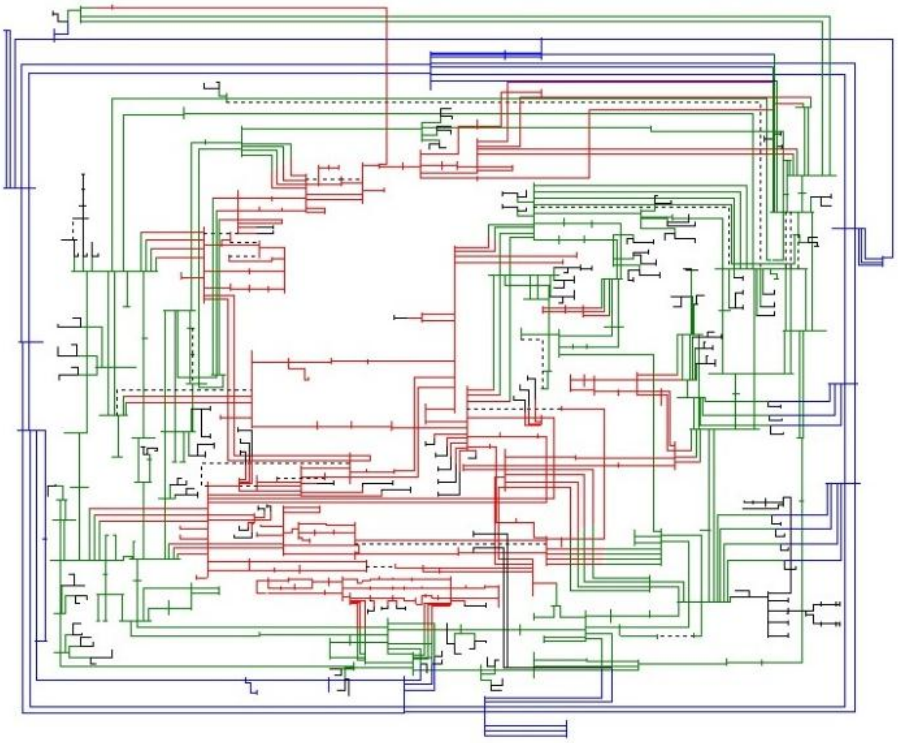


Fig. 2 Circuitos de 400 kV, 230 kV y 85 kV de la división Valle de México Sur.

Con la opción "Boundary equivalent" se obtuvo el sistema equivalente de las subestaciones deseadas, sustituyendo la mayor parte del circuito por impedancias equivalentes.

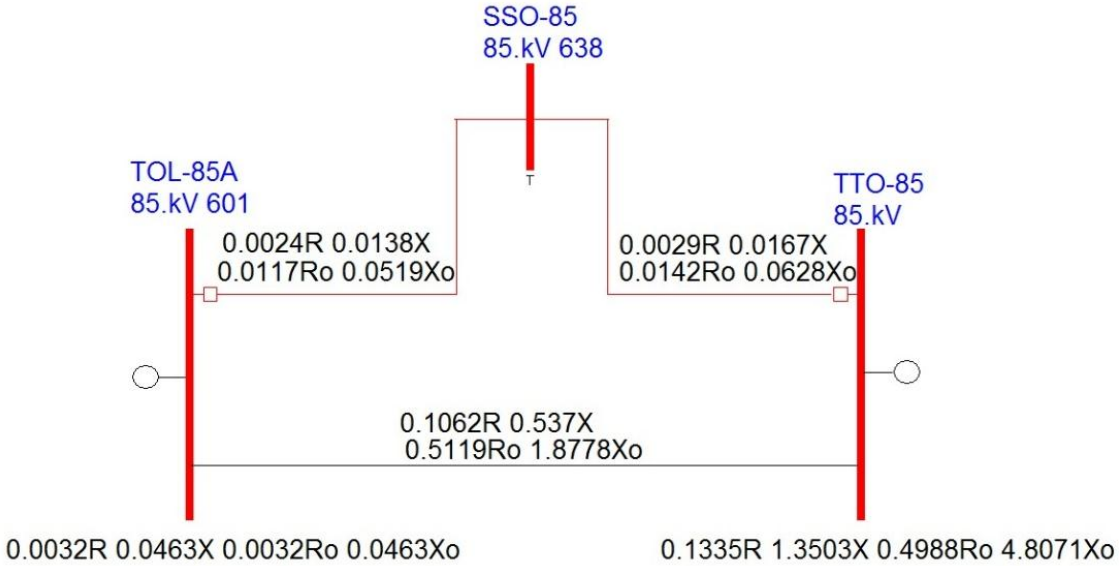


Fig. 3 Circuito equivalente de las subestaciones TOL, SSO y TTO.

Elaboración del diagrama de impedancias — La elaboración del diagrama de impedancias se realizó con respecto a los valores del circuito equivalente obtenido por Aspen. En el cual se muestra las impedancias de secuencia positiva, negativa y cero.

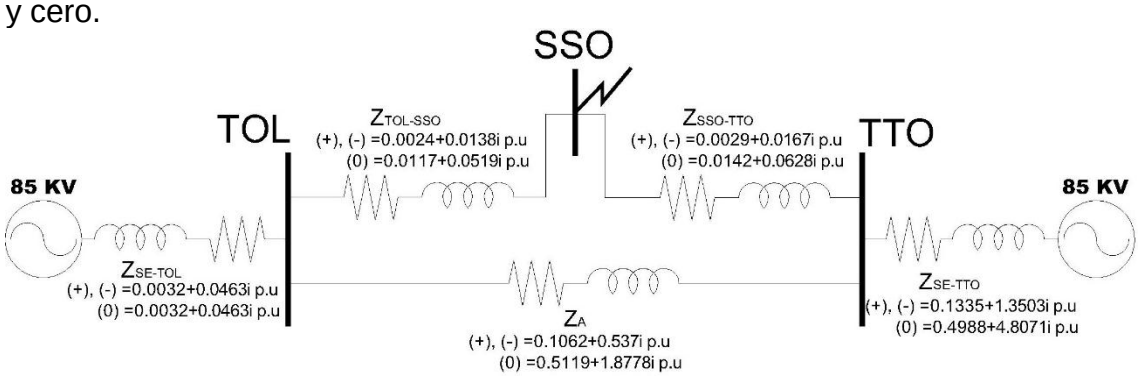


Fig. 4 diagrama de impedancias con falla en la subestación de SSO.

Los cortocircuitos se analizaron a la salida de la subestación SSO ya que se encuentra en un punto medio de línea 73L10.

Reducción del diagrama de impedancias a un sistema equivalente de Thevenin en el punto de falla — Para la generación del diagrama equivalente en el punto de falla se realizó la simplificación del sistema por medio de impedancias equivalentes. Debido a la localización de la falla se utilizó el teorema de Kennelly, con el cual se convierten sistemas de impedancias conectados en delta a sistemas en estrella o viceversa [3].

Fórmulas de Kennelly.

$$Z_{12} = \frac{(Z_1)(Z_2)}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \quad (1)$$

$$Z_{23} = \frac{(Z_2)(Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \quad (2)$$

$$Z_{13} = \frac{(Z_1)(Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \quad (3)$$

Donde:

Z_{12}, Z_{23} y Z_{13} = Impedancias equivalentes conectadas en estrella.

Z_1, Z_2 y Z_3 = Impedancias conectadas en delta que se desean transformar.

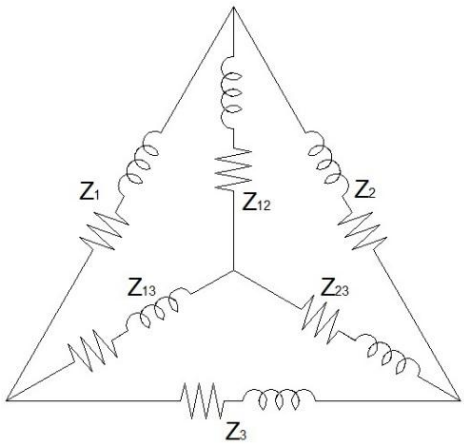


Fig. 5 Teorema de Kennelly.

Aplicando el teorema en el circuito de la línea 73L10.

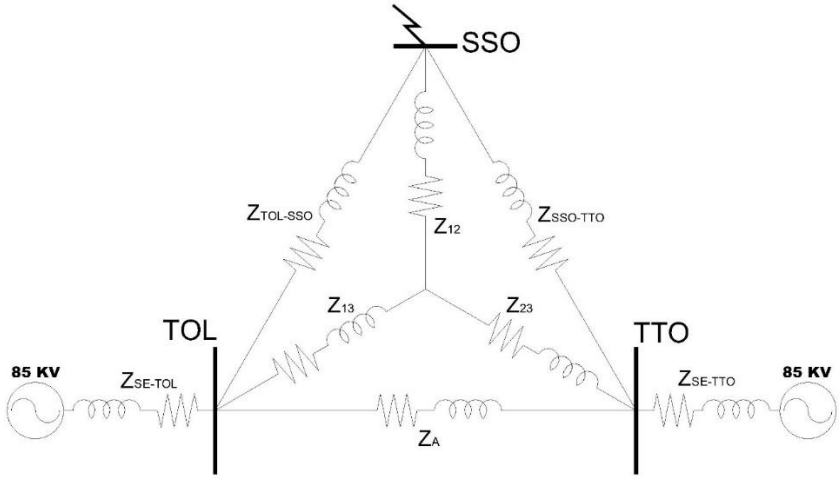


Fig. 5 Teorema de Kennelly aplicado en el circuito equivalente de la línea 73L10.

$$Z_{12(+),(-)} = \frac{(Z_{TOL-SSO(+),(-)})(Z_{SSO-TOL(+),(-)})}{Z_{TOL-SSO(+),(-)} + Z_{SSO-TOL(+),(-)} + Z_{A(+),(-)}}$$

$$Z_{12(0)} = \frac{(Z_{TOL-SSO(0)})(Z_{SSO-TOL(0)})}{Z_{TOL-SSO(0)} + Z_{SSO-TOL(0)} + Z_{A(0)}}$$

$$Z_{23(+),(-)} = \frac{(Z_{SSO-TTO(+),(-)})(Z_{A(+),(-)})}{Z_{TOL-SSO(+),(-)} + Z_{SSO-TOL(+),(-)} + Z_{A(+),(-)}}$$

$$Z_{23(0)} = \frac{(Z_{SSO-TTO(0)})(Z_{A(0)})}{Z_{TOL-SSO(0)} + Z_{SSO-TOL(0)} + Z_{A(0)}}$$

$$Z_{13(+),(-)} = \frac{(Z_{TOL-SSO(+),(-)})(Z_{A(+),(-)})}{Z_{TOL-SSO(+),(-)} + Z_{SSO-TOL(+),(-)} + Z_{A(+),(-)}}$$

$$Z_{13(0)} = \frac{(Z_{TOL-SSO(0)})(Z_{A(0)})}{Z_{TOL-SSO(0)} + Z_{SSO-TOL(0)} + Z_{A(0)}}$$

Donde:

$Z_{TOL\text{-}SSO\ (+),(-)}$ = Es el valor de la impedancia de secuencia positiva y negativa, de la porción de la línea 73L10 que va de la subestación TOL a la subestación SSO.

$Z_{SSO\text{-}TTO\ (+),(-)}$ = Valor de la impedancia de secuencia positiva y negativa, de la porción de la línea 73L10 que va de la subestación SSO a la subestación TTO.

$Z_{A(+),(-)}$ = Valor de la impedancia de secuencia positiva y negativa del anillo que enlaza las subestaciones de TOL y TTO.

$Z_{TOL\text{-}SSO\ (0)}$ = Valor de la impedancia de secuencia cero, de la porción de la línea 73L10 que va de la subestación TOL a la subestación SSO.

$Z_{SSO\text{-}TTO\ (0)}$ = Es el valor de la impedancia de secuencia cero, de la porción de la línea 73L10 que va de la subestación SSO a la subestación TTO.

$Z_{A(0)}$ = Valor de la impedancia de secuencia cero del anillo que enlaza las subestaciones de TOL y TTO.

Con la utilización del teorema de Kennelly se obtuvieron los resultados siguientes.

$$Z_{12(+),(-)} = 0.00006139672 + 0.0004058955i\ p.u.$$

$$Z_{12(0)} = 0.00029791414 + 0.0016329i\ p.u.$$

$$Z_{23(+),(-)} = 0.002764431722 + 0.015802914i\ p.u.$$

$$Z_{23(0)} = 0.01354 + 0.059191372i\ p.u$$

$$Z_{13(+),(-)} = 0.002287781254 + 0.01305869i\ p.u.$$

$$Z_{13(0)} = 0.011156778 + 0.048917794\ p.u.$$

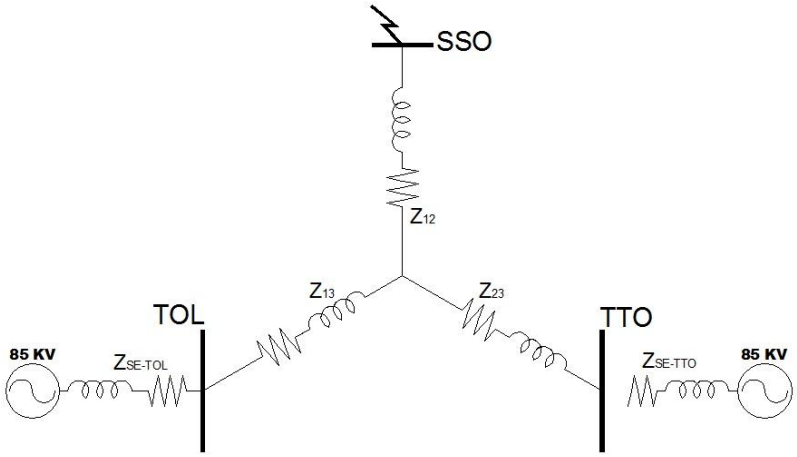


Fig. 6 Subestaciones de TOL, SSO y TTO conectadas en estrella.

Las impedancias conectadas en serie o paralelo pueden ser sustituidas por impedancias equivalentes. Las impedancias equivalentes son obtenidas por medio de las ecuaciones

$$Z_{eq} = Z_1 + Z_2 \tag{4}$$

$$Z_{eq} = \frac{(Z_1)(Z_2)}{Z_1 + Z_2} \tag{5}$$

Donde:

Z_{eq} = Impedancia equivalente.

Z_1 y Z_2 = Impedancias a reducir.

Al aplicar estas ecuaciones se obtuvo que.

$$Z_{1(+),(-)} = Z_{SE-TOL(+),(-)} + Z_{13(+),(-)}$$
$$Z_{1(+),(-)} = 0.00487781254 + 0.05835869i\ p.u.$$

Donde:

$Z_{SE\text{-}TOL(+),(-)}$ = Es el valor de la impedancia de secuencia positiva y negativa de la impedancia equivalente que se encuentra detrás de la subestación TOL.

$$Z_{1(0)} = Z_{SE-TOL(0)} + Z_{13(0)}$$
$$Z_{1(0)} = 0.014356778 + 0.095217794i\ p.u.$$

Donde:

$Z_{SE\text{-}TOL(0)}$ = Valor de la impedancia de secuencia cero del equivalente que se encuentra detrás de la subestación TOL.

$$Z_{2(+),(-)} = Z_{SE-TTO(+),(-)} + Z_{23(+),(-)}$$
$$Z_{2(+),(-)} = 0.1362644317 + 1.366102914i\ p.u$$

Donde:

$Z_{SE\text{-}TTO(+),(-)}$ = Valor de la impedancia de secuencia positiva y negativa del equivalente que se encuentra detrás de la subestación TTO.

$$Z_{2(0)} = Z_{SE-TTO(0)} + Z_{23(0)}$$
$$Z_{2(0)} = 0.51034 + 4.86629172\ p.u$$

Donde:

$Z_{SE\text{-}TTO(0)}$ = Es el valor de la impedancia de secuencia cero del equivalente que se encuentra detrás de la subestación TTO.

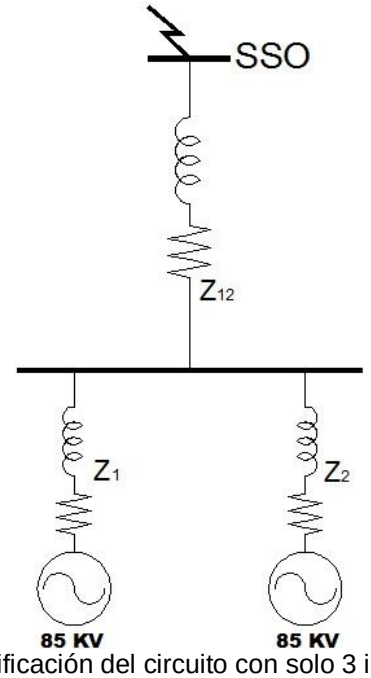


Fig. 7 Simplificación del circuito con solo 3 impedancias.

Para la obtención de la impedancia de falla se sustituyó las tres impedancias restantes por una impedancia equivalente.

$$Z_{FALLA(+),(-)} = Z_{12(+),(-)} + \frac{(Z_{1(+),(-)})(Z_{2(+),(-)})}{(Z_{1(+),(-)}) + (Z_{2(+),(-)})}$$

$$Z_{FALLA(+),(-)} = 0.004776376 + 0.05637426i\ p.u$$

$$Z_{FALLA(0)} = Z_{12(0)} + \frac{(Z_{1(0)})(Z_{2(0)})}{(Z_{1(0)}) + (Z_{2(0)})}$$

$$Z_{FALLA(0)} = 0.0142965 + 0.095027i\ p.u$$

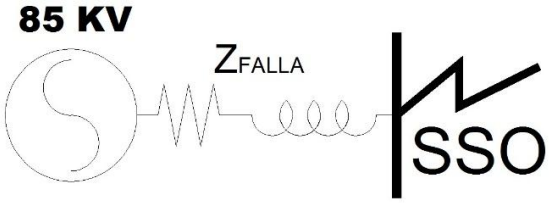


Fig. 8 Simplificación del circuito con solo 3 impedancias.

Cálculo de cortocircuito.

Cortocircuito trifásico – También conocido como falla trifásica. Son provocadas cuando las 3 líneas hacen contacto eléctrico. El cortocircuito trifásico no ocasiona desbalance de carga entre fases, por tal motivo se considera como falla simétrica [1, 2].

Para el cálculo de las corrientes de falla trifásicas se utilizó la ecuación 6.

$$I_{CC3f} = \frac{V_{TH}}{Z_{FALLA(+)}} \tag{6}$$

$$I_{CC3f} = 1.492211358 - 17.61216267i\ p.u. = 17.675264 \angle -85.15°\ p.u$$

Donde:

I_{CC3f} = Es el valor de la corriente de falla trifásica.

V_{TH} = Es el valor del volteje equivalente de thevenin en el sistema equivalen de falla.

$Z_{FALLA(+)}$ = Es el valor de la impedancia de falla de secuencia positiva

La CFE utilizas un sistema de medida basado en p.u. (valores por unidad) los cuales cuentan con valores base que son asignados según el tipo de sistema.

Para convertir la corriente de cortocircuito al sistema internacional es necesario conocer el valor de la corriente base por medio de la ecuación 7.

$$I_{BASE} = \frac{MVA_{BASE} X10^3}{(\sqrt{3})kV_{BASE}} \qquad (7)$$

$$I_{BASE} = 679.2356\ Amperes$$

Donde:

I_{BASE} = Es el valor de la corriente base.

MVA_{BASE} = Es el valor del potencia base en mega volts amperes.

kV_{BASE}= Es el valor del voltaje base en kilo volts.

Con la obtención de la corriente base se calculó la corriente de cortocircuito con unidades internaciones por medio de la ecuación 8.

$$I = (I_{p.u})(I_{BASE}) \qquad (8)$$

$$I_{CC3f} = 12005 \angle -85.15°\ Amperes$$

Cortocircuito monofásico – También conocidos como falla de fase a tierra, este tipo de fallas son provocadas cuando una fase del circuito hace contracto con la tierra, lo que ocasiona un flujo de corriente a través de la tierra hasta un neutro aterrizado de un transformador o generador. Este tipo de fallas ocasiona un desbalance de carga en las fases, por lo tanto se considerada como falla asimétrica, debido a esta asimetría entre las magnitudes de cargas en las fases se producen corrientes de secuencia negativa y corrientes de secuencia cero.

La corriente de corto circuito monofásica se calculó por medio de la ecuación 9.

$$I_{CCf-1} = \frac{3V_{TH}}{Z_{FALLA(+)} + Z_{FALLA(-)} + Z_{FALLA(0)}} \qquad (9)$$

$$I_{CCf-1} = 1.635771603 - 14.25i\ p.u. = 14.34447237 \angle -83.45°\ p.u.$$

Donde:

I_{CCf-1} = Es el valor de la corriente de falla monofásica.

$Z_{FALLA(-)}$ = Es el valor de la impedancia de falla de secuencia negativa.

$Z_{FALLA(0)}$ = Es el valor de la impedancia de falla de secuencia cero.

Por lo tanto la corriente de cortocircuito monofásica es.

$$I_{CCf-1} = 9743 \angle -85.15°\ Amperes$$

Cortocircuito de fase a fase – Estas fallas son provocadas cuando dos fases del circuito hacen contacto eléctrico, comúnmente ocurren a causa de descargas atmosféricas. El cortocircuito entre fases es considerado como falla asimétrica al igual que las fallas monofásicas, debido al desbalance de cargas que produce.
Para el cálculo de la corriente de falla, se utilizó la ecuación 10, con la cual se obtuvo la corriente de línea en un cortocircuito de fase a fase.

$$I_{CCf-f} = \frac{V_{TH}}{Z_{FALLA(+)} + Z_{FALLA(-)}} \qquad (10)$$

$$I_{CCf-f(L)} = 0.7461056537 - 8.806081169i\ p.u\ =\ 8.83763199 \angle -85.15°\ p.u.$$

Por lo tanto la corriente de línea en la falla de cortocircuito de fase a fase es.

$$I_{CCf-f(L)} = 6002 \angle -85.15°\ Amperes$$

Este tipo de fallas involucra dos líneas por lo tanto la corriente máxima de falla es la corriente de línea a línea la cual se obtuvo por medio de la ecuación 11.

$$I_{(L-L)} = (\sqrt{3})I_{(L)} \angle \theta \pm 90° \qquad (11)$$

Por lo tanto

$$I_{CCf-f(L-L)} = 10395 \angle 85.15 \pm 90°$$

El ángulo de la corriente de falla varía dependiendo de la fase, debido a que las fases que se encuentran involucradas en el cortocircuito están desfasadas 180° una con respecto a la otra. Por lo cual la corriente de las fases B y C están desfasadas 90° con respecto a la corriente de línea.

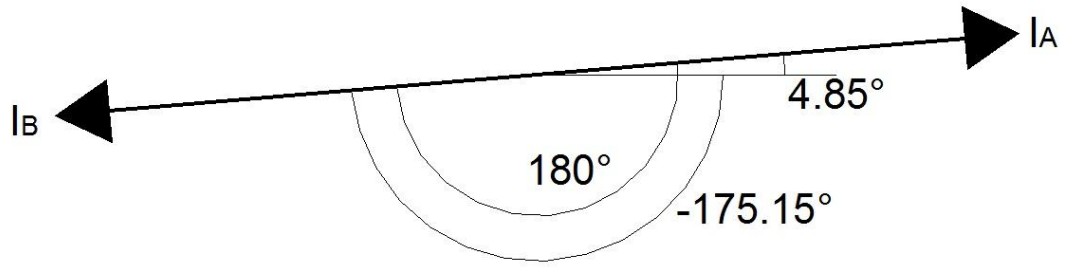


Fig. 9 Desfasamientos de las corrientes de cortocircuito de las fases que intervienen en la falla.

$I_{CCf-f(B)} = 10395 \angle -175.15°$ $\qquad$ $I_{CCf-f(A)} = 10395 \angle 4.85°$

Resultados.

Impedancias equivalentes de falla – Con la generación del circuito equivalente de falla se calcularon las impedancias de falla de secuencia positiva, negativa y cero. Con las cuales se realizó el cálculo de cortocircuito en la subestación SSO.

Tabla 1 Impedancias de falla con evento en la subestación SSO.

IMPEDANCIAS DE FALLA CON RESPECTO A UN CORTO CIRCUITO EN LA SUBESTACIÓN DE SSO		
Tipo de falla	Forma rectangular (p.u.)	Forma polar (p.u.)
Impedancia de falla de secuencia positiva $Z_{FALLA(+)}$	0.004776376+0.05637426i	0.05657624 ∟85.15°
Impedancia de falla de secuencia negativa $Z_{FALLA(-)}$	0.004776376+0.05637426i	0.05657624 ∟85.15°
Impedancia de falla de secuencia negativa $Z_{FALLA(-)}$	0.0142965+0.095027i	0.09609641 ∟81.44°

Comparación de las corrientes de cortocircuito calculadas por medio de simulaciones en Aspen – Con la finalidad de corroborar los valores de cortocircuito obtenidos, se realizó la comparación con las simulaciones que utiliza la CFE. Las simulaciones realizadas en Aspen contemplan los parámetros reales de los equipos por tal motivo los valores resultantes cuentan con un alto porcentaje de confiabilidad.

- Corriente de cortocircuito en falla trifásica ubicada en la subestación SSO.

$$I_{CC3f} = 12005 \angle -85.15° \; Amperes$$

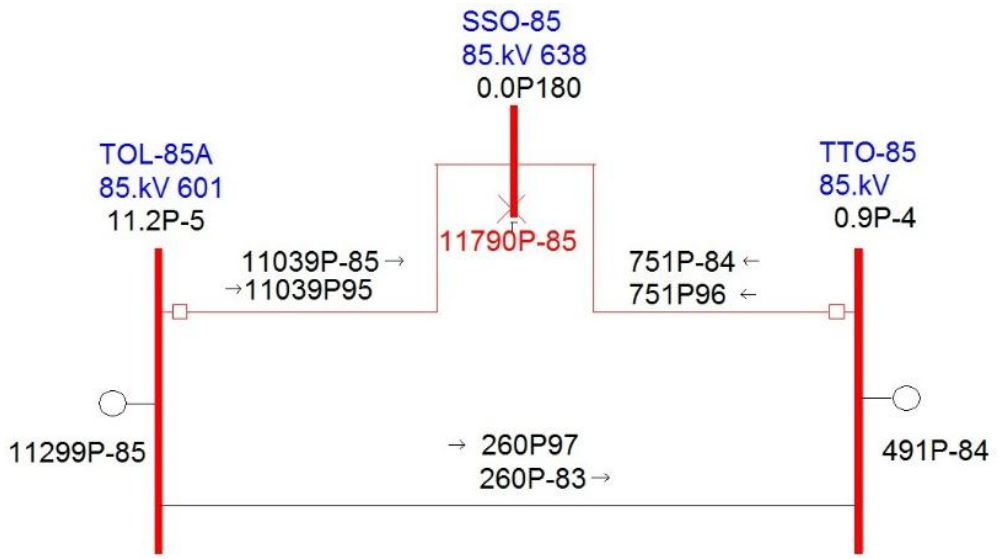


Fig. 10 Corto circuito trifásico en la subestación SSO.

- Corriente de cortocircuito en falla monofásica ubicada en la subestación SSO.

$$I_{ccf-1} = 9743 \angle -85.15° \; Amperes$$

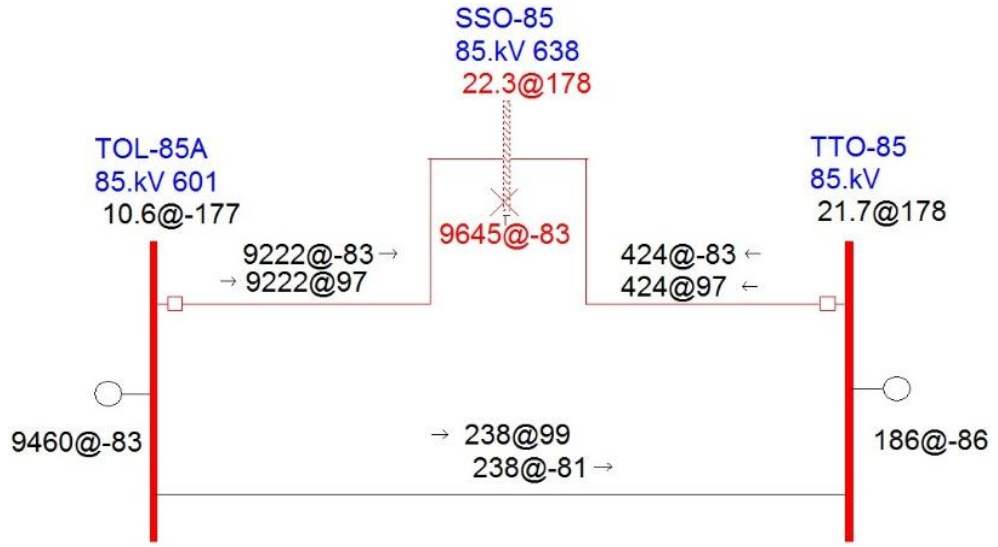


Fig. 11 Corto circuito monofásico en la subestación SSO.

- Corriente de cortocircuito en falla fase a fase ubicada en la subestación SSO.

$$I_{ccf-f(L)} = 6002 \angle -85.15° \; Amperes$$

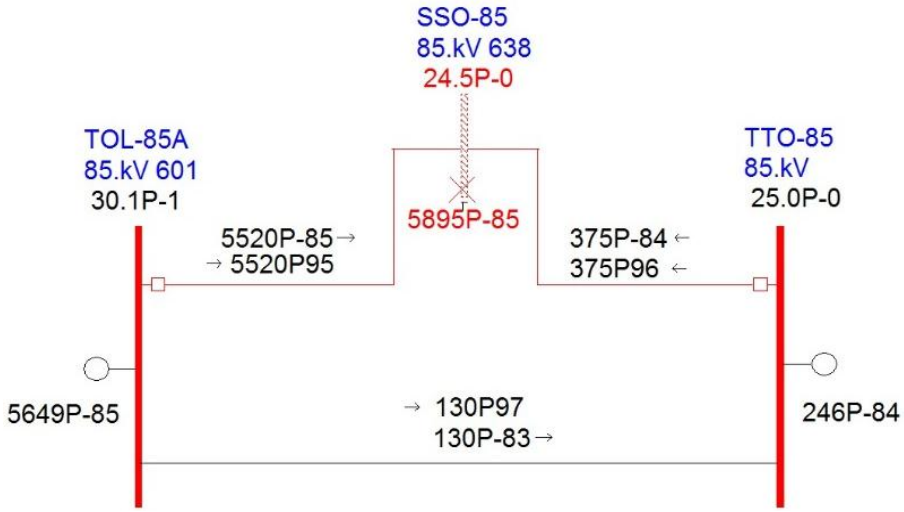


Fig. 12 Cortocircuito de fase a fase en la subestación SSO.

$$I_{CCf-f(B)} = 10395 \angle -175.15°$$

$$I_{CCf-f(A)} = 10395 \angle 4.85°$$

Fig. 13 Corriente de falla en las fases B y C de la subestación SSO.

Tablas y gráficas de resultados – La tabla 2 muestra los resultados obtenidos, así como su porcentaje de error para poder determinar la fiabilidad del cálculo.

Tabla 2 Comparación de resultados obtenidos y porcentaje de error.

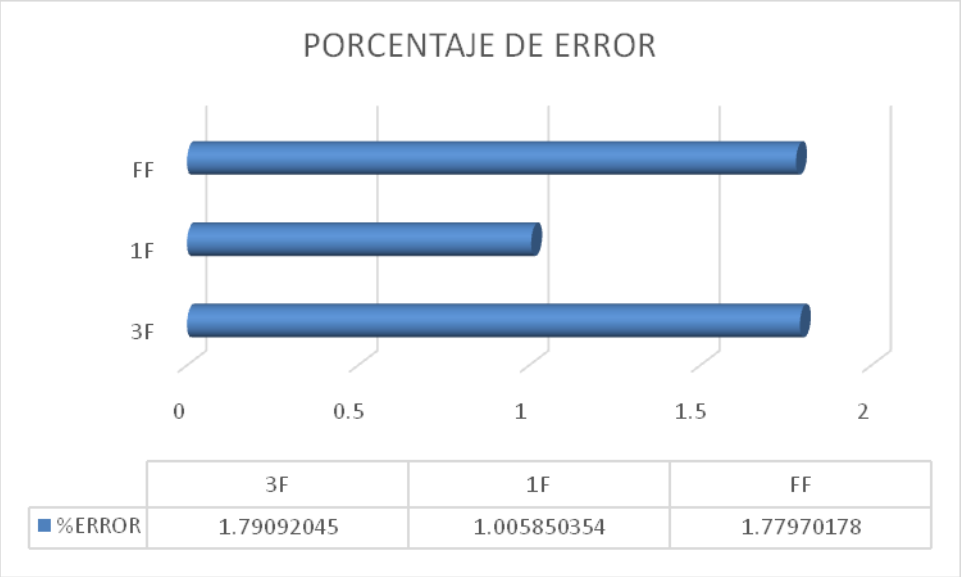
Tipo de cortocircuito	Corriente de falla (Amperes)		Diferencia (Amperes)	Porcentaje de error (%)
	Calculo	Simulación		
$3F$	12005	11790	215	1.79
$1F$	9743	9645	98	1.00
FF	10395	10210	185	1.77

Realizando la comparación de resultados se compruebo que el porcentaje de error es menor al 2% en todos los casos, lo cual demuestra la asertividad de la metodología aplicada.

Las figuras 14 y 15 muestran la poca variación de los resultados por lo cual el porcentaje de error obtenido puede considerarse despreciable.

	3F	1F	FF
CALCULO	11790	9645	10210
SIMULACION	12005	9743	10395

Fig. 14 Comparación de corrientes de cortocircuito.



	3F	1F	FF
%ERROR	1.79092045	1.005850354	1.77970178

Fig. 15 Porcentaje de error.

Conclusiones.

Los resultados obtenidos por medio del cálculo matemático concuerdan con las simulaciones que utiliza la CFE, por lo tanto se comprueba que los teoremas y fórmulas utilizadas para obtener los resultados se han aplicado correctamente. El cálculo matemático de las corrientes de cortocircuito facilita la comprensión de los datos y de los parámetros del sistema de los cuales depende la magnitud de la falla. En la actualidad la mayoría de análisis de corto circuito se realizan por medio de software de simulación facilitando su elaboración, pero dificultando el entendimiento de la proveniencia de los valores.

El análisis de cortocircuito varía su metodología dependiendo de la localización de la falla, por lo cual se debe de realizar un análisis de la localización de la falla para después poder generar el sistema equivalente de thevenin.

Los datos obtenidos en un análisis de cortocircuito son de gran importancia para la seguridad de los equipos conectados al sistema eléctrico, debido a que un error en los datos de las corrientes de falla genera que la protección aplicada no se la adecuada, lo cual repercute en la seguridad de los equipos (transformadores, generados, líneas de transmisión, equipos de control, capacitores, etc,), ocasionando daños y/o reducción de la vida útil de los equipos. El desconocimiento de los valores de corrientes de falla es la principal causa de errores de las protecciones.

El análisis de cortocircuito realizado en este artículo fue utilizado para la puesta en servicio de un esquema diferencial de línea que involucraba las 3 subestaciones. Con los resultados obtenidos se realizaron los ajustes de protección tanto de funcionamiento como de emergencia.

La mayoría de las protecciones para sistemas de subtransmicion requieren de un estudio a fondo de las corrientes de cortocircuito, ya que el buen funcionamiento en la liberación de fallas depende principalmente de los valores resultantes del estudio.

Concluyendo que uno de los principales parámetros de la seguridad en los equipos de subtransmicion es el análisis de cortocircuito.

Referencias

[1] John J, William D., ***"Análisis de sistemas de potencia".*** Ed. Mc Graw Hill, U.S.A. 1996

[2] J. Duncan G., Mulukutla S, "*Sistemas de potencia, análisis y diseño*". Ed. Thomson, 2003

[3] José Gómez Campomanes *"Circuitos eléctricos".* Ed. Servicio de publicaciones de la universidad de Oviedo, 1990

[4] *"Procedimiento para la coordinación de protecciones de sobre corriente en sistemas de distribución"* Ed. Comisión Federal de Electricidad. 2008.

[5] Norma NRF-3539-CFE "Coordinación de Protecciones."

[6] Norma NRF-3562-CFE "Criterios Coordinación de Protecciones."

[7] C. Russell Mason. "The art y science of protective relaying" 2nd edition. Ed. Continental, 1990.

[8] Rafael A. Córdova C. Tesis POGM. Instituto Tecnológico de Aguascalientes, 2007.

[9] José A. Santana C., Oscar Sarmiento M., José A. Gutiérrez T., Jorge Rodríguez R. Nousitz. 2013. 61.

CARACTERIZACIÓN DE UNA CENTRÍFUGA DE 4 METROS DE DIÁMETRO DEL INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL ESTUDIO DE TRASFERENCIA DE CALOR A GRAVEDAD AUMENTADA.

V. Castillo[1], G. Hernández Cruz[2], G. Ramírez Zúñiga[3] and R. Ramos Mora[4]

[1]Instituto de Energías Renovables (IER) – vmcp@ier.unam.mx; [2] Instituto de Energías Renovables (IER) – ghc@ier.unam.mx; Instituto de Energías Renovables (IER) – guraz@ier.unam.mx [3]; Instituto de Energías Renovables (IER) – erm@ier.unam.mx[4];

***Área de participación**: Termofluidos y Energía*

Resumen – Se muestran los resultados obtenidos en la caracterización de la centrífuga del Departamento de Termociencias del Instituto de Energías Renovables, mediante la implementación de programas realizados para el control de la velocidad de operación de la centrífuga, circuitos electrónicos para la medición de la temperatura, RPM (velocidad angular), humedad y aceleración resultante al interior de la canastilla.

Para el control de la velocidad de la centrífuga, se utilizó una tarjeta de adquisición de datos DAQ-NI USB 6008, de National Instruments, la cual por medio de sus salidas digitales envía a un variador de frecuencia (dispositivo electrónico para el control de la frecuencia de operación del motor de CA, variando su frecuencia se varia la velocidad de dicho equipo) las señales correspondientes para el encendido, paro y selección de velocidad de la centrífuga, todo esto por medio de una interfaz USB.

Para determinar las RPM de operación de la maquina rotatoria se implementó un tacómetro, el cual se adaptó en la parte inferior del eje central de la centrífuga y para realizar la medición de la aceleración, humedad y temperatura se utilizó un acelerómetro tipo capacitivo marca kistler K-BEAM 8303A50 y un sensor HMZ-433A1 respectivamente, para la visualización de todos los datos se implementó una página web, por medio de una tarjeta de adquisición de datos Arduino Yún.

Introducción

Una centrífuga es un aparato mecánico que emplea la aceleración centrífuga para separar sustancias de diferentes densidades o generar gravedades superiores a la de la tierra para estudios experimentales que requieran estas condiciones.

En el laboratorio de Transferencia de Energía y Masa del departamento de Termociencias del IER-UNAM, se construyó una centrífuga, para la realización de experimentos enfocados al estudio de la mecánica de fluidos y transferencia de calor a gravedad aumentada [1] [2].

La caracterización de los parámetros de aceleración, humedad, temperatura y velocidad angular de la centrífuga, son de vital importancia para determinar las condiciones ambientales y físicas en las que se realizan los experimentos a gravedad aumentada. A continuación en la figura 1 se puede apreciar las partes más importantes de la centrífuga del Departamento de Termociencias.

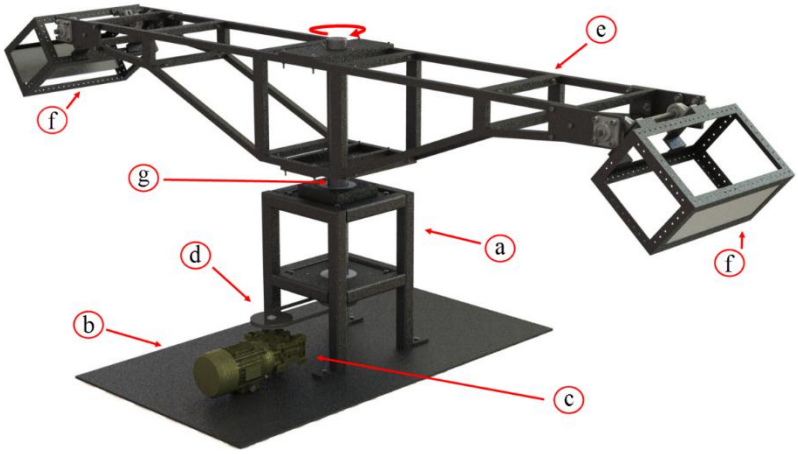


Figura 1 - Centrífuga del IER, Componentes no rotatorios: a) Soporte central, b) Placa metálica, c) Motor, d) Sistema transmisión mecánica a base de poleas. Componentes rotatorios: e) Estructura rotacional, f) Canastillas, g) Eje central.

Sección Experimental

Para determinar las condiciones ambientales en la que se desarrollan los estudios experimentales se determinó monitorear y almacenar los valores de la aceleración (acelerómetro capacitivo Kistler K-BEAM-8303A50), temperatura y humedad (sensor HMZ-433A1), estos sensores se conectan directamente a una tarjeta Arduino Yún, la cual despliega los datos en una página de internet. Para caracterizar y determinar el correcto funcionamiento de la centrífuga se optó por medir las revoluciones por minuto de giro (tacómetro digital a base de sensores optoelectrónicos y tarjeta de adquisición Daq-6008), la aceleración (sensor antes mencionado) y tener un control electrónico de la velocidad angular (control mediante tarjeta de adquisición Daq-6008, circuito de acondicionamiento y aislamiento de baja a alta potencia, y variador de frecuencia para motores

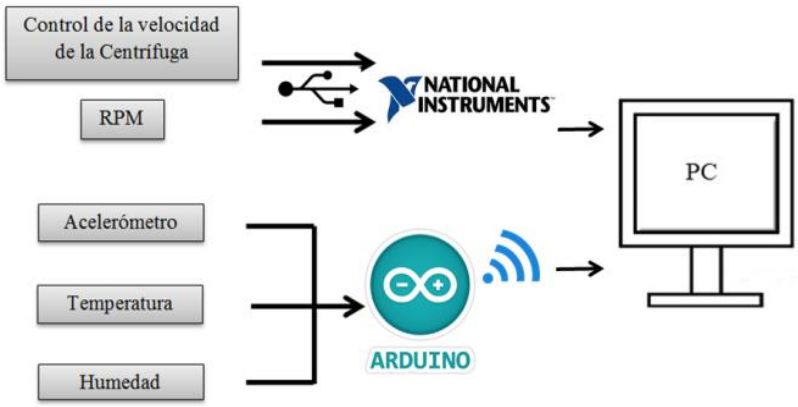


Figura 2 - Diagrama a bloques de la instrumentación de la centrífuga

trifásicos). En la Figura 2 se muestra un diagrama a bloques de las variables medidas y su forma de adquisición a través de las diferentes tarjetas de usadas para este propósito.

Como se puede apreciar en la figura 3.3, es al interior de la canastilla donde se realizan las mediciones correspondientes a los parámetros de humedad, temperatura y aceleración con sus respectivos sensores. Cabe mencionar que el Arduino Yún también se encuentra ubicado dentro de la canastilla.

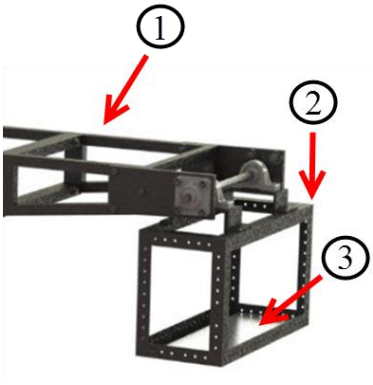


Figura 3 – Lugar de medición para los parámetros de temperatura, humedad y aceleración. 1) Brazo, 2) Canastilla, 3) Punto de medición de humedad, temperatura y aceleración

Por otro lado en la figura 4 se observa la ubicación del sistema para la medición de la velocidad angular, el cual está posicionado en el parte inferior del eje principal de la centrífuga.

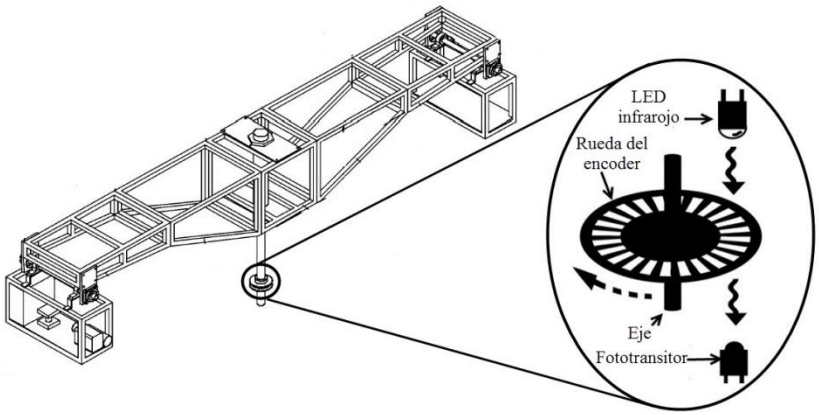


Figura 4 – Ubicación del tacómetro en la centrífuga.

Resultados y Discusión

Se desarrolló un programa general para el control del encendido, apagado y velocidad del motor CA, utilizando una interfaz USB Daq-6008 y el software comercial LabView, (figura 3).

Figura 3 – Control de velocidad para la centrífuga, realizado en LabView

Por otro lado, se realizaron pruebas para la validación del correcto funcionamiento del encoder adaptado en el eje principal de la centrífuga (figura 4), así como pruebas de funcionamiento al sensor de temperatura, humedad (figura 5) y aceleración (figura 6), utilizando el microcontrolador Arduino Yún (figura 7).

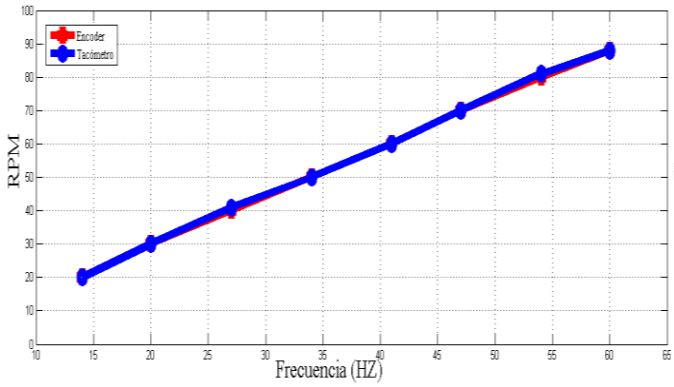


Figura 4 – Velocidad angular contra frecuencia de operación del motor

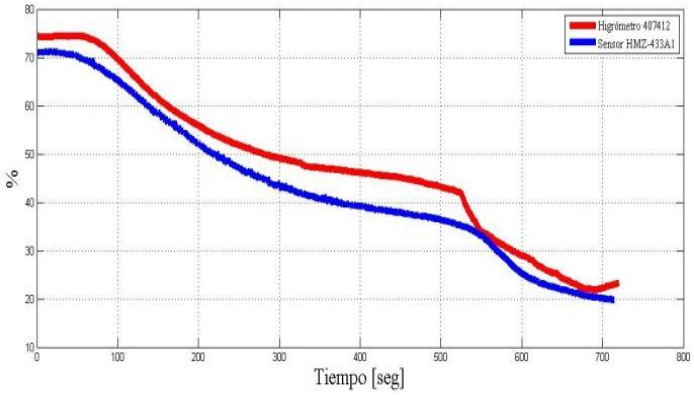


Figura 5 – Medición de la humedad al interior de un recinto sellado

El tacómetro fabricado (Figura 4 línea roja) se comparó con uno comercial (Figura 4 línea azul), con la finalidad de determinar su correcto funcionamiento, al final de

la prueba se comprobó que ambas mediciones son similares. Por otro lado, en la Figura 5 se muestra las mediciones del sensor de humedad (línea roja) y el sensor comercial ExTech (línea azul), la principal razón de la discrepancia en las mediciones se debe a la sensibilidad del sensor HMZ-433A1, para fines prácticos la medición es correcta.

Por último se muestran las gráficas de la medición de la aceleración resultante al interior de la canastilla con el sensor Kistler (Figura 5), este sensor no se pudo comparar con otro dispositivo para verificar su correcto funcionamiento, pero se comparó contra datos teóricos, de los cuales se puedo comprobar su correcto funcionamiento. En la Figura 6 se muestra los resultados de las mediciones de la temperatura al interior de la canastilla con el sensor HMZ-433A1 (línea azul) y un termopar (línea roja) como referencia, se puede observar que el termopar es muy sensible a cambios ligeros en la temperatura, por ello se observan fluctuaciones, pero ambos sensores en promedio reportan una temperatura de 25 °C.

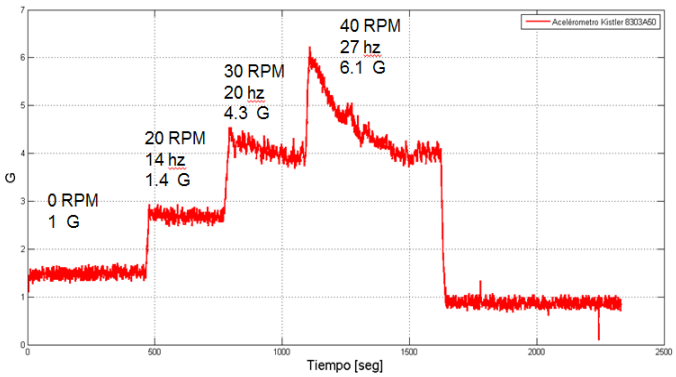


Figura 5 – Aceleración en función del tiempo.

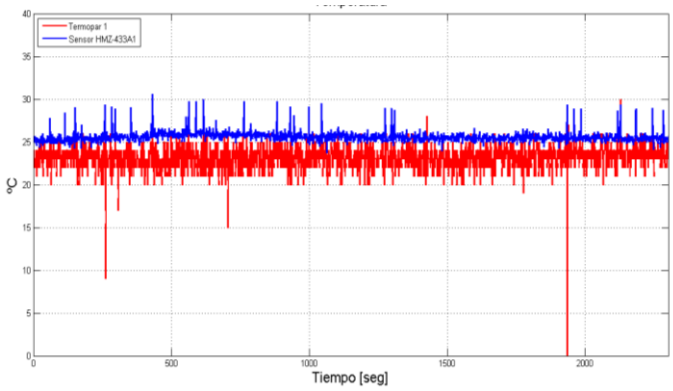


Figura 6 – Temperatura en función del tiempo.

Conclusiones

El programa de control para la operación de la centrífuga utiliza una interfaz USB, permite manipular la maquina rotatoria empleando cualquier computadora actual, en comparación al antiguo control que se empleaba, ya que utilizaba como interfaz de comunicación el puerto paralelo, el cual actualmente está descontinuado. Una de las posibles mejoras a este programa elaborado es la utilización del Data Dashboard de National Instruments, aplicación que podría permitir controlar de forma remota la centrífuga mediante una tableta electrónica.

Se logró la caracterización de los parámetros de la centrifuga, éstos son de vital importancia para la experimentación requerida a gravedad aumentada. El monitoreo de la temperatura, humedad, aceleración y velocidad angular durante los ensayos brindan los datos necesarios para la documentación de los experimentos realizados, los cuales a su vez después de un análisis determinarán las condiciones particulares en las que se observan fenómenos importantes en las investigaciones realizadas por el Departamento de Termociencias.

La implementación de una página web por medio del microcontrolador Arduino Yún, permite visualizar la información de los sensores de monitoreo durante la operación del aparato, de esta manera, el operador tiene una idea más precisa de las condiciones en las cuales el experimento se está llevando a cabo, de una manera segura y accesible desde Internet.

Agradecimientos

Al Instituto de Energías Renovables, principalmente al laboratorio de Transferencia de Energía y Masa, donde se realizó este proyecto de residencia. Al Dr. Eduardo Ramos Mora, al M. I. Guillermo Ramírez Zúñiga y al Ing. Guillermo Hernández Cruz, por sus asesorías, consejos y críticas, con el fin de mejorar este trabajo. Al Ing. Héctor Daniel Cortés González y al Ing. Alfredo Quiroz Ruiz, por facilitar el equipo de adquisición de datos y por la capacitación del uso del software web utilizado respectivamente.

Referencias

Ejemplos:

52. M. Vargas, E. Ramos, and G. Ascanio. *A centrifuge for studies of fluid dynamics phenomena in a rotating frame of reference*. 2002, 255.
53. Ocampo J. y Ramírez D. *Convección natural en sistemas rotatorios*. Reporte de Residencia, ITZ, 2005.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL SOLAR.

J. Efraín Ruiz Ramírez[1], O. Sarmiento Martinez[1], M.G. Vargas Vega[1], O.C. Benítez Centeno[1], Arturo J. Martínez Mata[1]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec- ITZ, Departamento Metalmecánica, Ingeniería Electromecánica. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec Morelos, México, C.P. 62780.
jose.rr@itzacatepec.edu.mx

***Área de participación**: Termofluidos y Energética*

Resumen – En el presente trabajo, se describe el desarrollo de un sistema que permite monitorear módulos fotovoltaicos, empleando Instrumentación Virtual. La adquisición de los datos obtenidos se realiza a través de Instrumentos Virtuales desarrollados mediante software de programación gráfica. El sistema tiene facilidades para medir, adquirir y visualizar permanentemente en la pantalla de la computadora, datos que dan información de parámetros importantes como son: voltaje, corriente y temperatura. Para el sistema de adquisición, se utilizó una tarjeta arduino UNO, basada en microcontroladores ATMEL. La validación de los datos se realizó caracterizando cada uno de los sensores utilizados.

Introducción

El agotamiento de las reservas mundiales de combustibles fósiles y la creciente contaminación del medio ambiente han impulsado fuertemente en las últimas décadas el desarrollo de fuentes de energía renovables (FERs). La necesidad de disponer de sistemas de generación de energía sustentables para reemplazar gradualmente los sistemas convencionales exige la mejora de las estructuras de suministro de energía basado principalmente en recursos de energías limpias y renovables [1].

Actualmente, la generación solar fotovoltaica (FV) está tomando gran importancia como una aplicación de fuente de energía renovable debido a sus ventajas características, tales como facilidad de instalación, elevada confiabilidad, sin costo de combustible, bajo mantenimiento, ausencia de ruidos y de desgaste por tener partes móviles. Además, la energía solar se caracteriza por ser una fuente de energía limpia, libre de contaminantes e inagotable. Se suman a estos factores los precios cada vez más bajos de los paneles solares, el aumento de eficiencia y de la vida útil de las celdas FV, mejoras en las tecnologías de fabricación y economías de escala. Más aún, se espera que esta tendencia se incremente debido al desarrollo de nuevas tecnologías de electrónica de potencia, nuevas configuraciones de circuitos y estrategias de control [2-3].

Los sistemas de Adquisición de Datos automáticos (**DAQ**, *Data Acquisition system*), ejecutan simultáneamente diversas tareas; monitoreo del funcionamiento de un sistema, control de operación del mismo, etc. Su aplicación en sistemas de

conversión fotovoltaica (SFV), permite que la información se utilice para evaluar la eficiencia de un panel fotovoltaico, principalmente en su confiabilidad [4]. Diversos DAQ se han desarrollado para: medir, adquirir y procesar datos de variables ambientales [5], monitorear y evaluar el desempeño de sistemas FV [6].

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema de monitoreo de un panel solar fotovoltaico. La contribución de este trabajo está en demostrar el desarrollo, las pruebas y la utilización del sistema completo empleando la plataforma de Arduino Uno e instrumentación virtual. En primer lugar, se presenta una visión general del sistema propuesto, incluyendo tanto la arquitectura del hardware como del software, y posteriormente la aplicación y pruebas del sistema integrado.

Sección Experimental

Panel Solar Monocristalino

Las características eléctricas de una célula no son suficientes para alimentar las cargas convencionales. Es necesario realizar agrupaciones en serie y paralelo para entregar tensión y corriente adecuadas módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aisla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

Una configuración eléctrica muy común hasta hace unos años empleaba 36 células en serie para obtener módulos con potencias comprendidas en el rango 50 Wp, 100 Wp con tensiones en MPP cercanas a los 15 V en funcionamiento. Estos módulos eran particularmente adecuados para su acoplamiento con baterías de tensión nominal 12 V en los sistemas de electrificación rural. Con el protagonismo abrumador de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red, esta configuración ha perdido importancia. Ahora son frecuentes los módulos de potencia superior a los 200 Wp y tensiones en el rango 30 V 50 V.Los parámetros del panel fotovoltaico a caracterizar son los siguientes:

Tabla 1: Características Panel Solar

Características	Fabricante
Potencia máxima	50W
Voltaje de Circuito Abierto	24.21V
Voltaje máxima potencia	18V
Corriente de Circuito Abierto	3.05A
Corriente Máxima potencia	2.77A
Medidas	640 x 540 x 25 mm
Modelo	DG-M50W

Arduino.

Arduino es una plataforma de electrónica de acceso libre para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios (ver figura 1). Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado al software de la computadora ya sea LabVIEW, Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Java, Visual Basic, Matlab, etc.
Arduino cuenta con un microcontrolador de la marca Atmel y una circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, resistencias, leds y un módulo adaptador USB-Serie que permite la programación desde cualquier PC de manera cómoda.

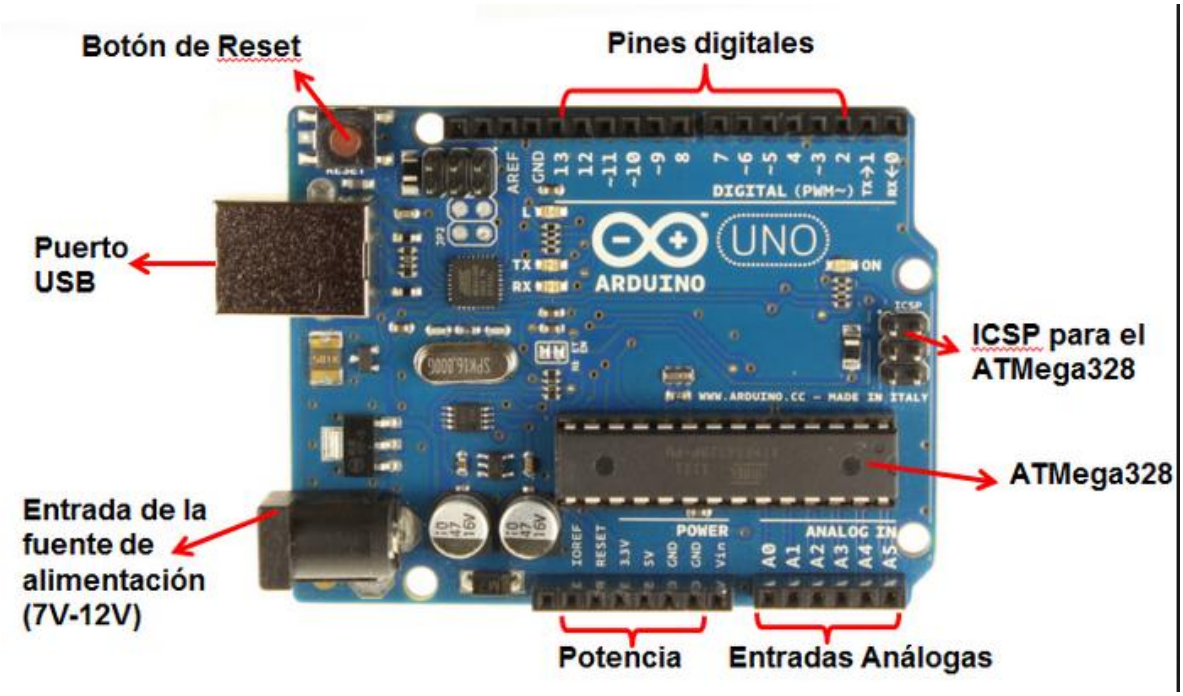


Figura 1: Arduino UNO

Sensores.

Divisor de tensión.

Un divisor de tensión también llamado divisor de voltaje, es un circuito eléctrico que tiene como objetivo disminuir el voltaje de entrada con un arreglo de dos resistencias en serie como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

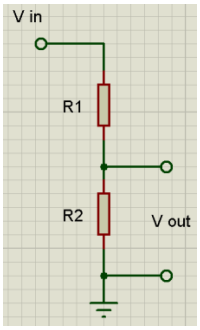


Figura 2: Divisor de tensión

Sensor de Temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

Hay tres tipos de sensores de temperatura:

1. Termistores.
2. RTD.
3. Termopares.

Internamente el sensor está inmerso en un material de una alta conductividad térmica permitiendo que los cambios de temperatura se transmitan rápidamente al elemento sensor. La cubierta de protección del sensor es de un componente conductor de calor. El sensor se conecta al equipo electrónico con un cable eléctrico.

Sensor MCP9700

La familia MCP9700/9700A y MCP9701/9701A de termistores lineales activos en forma de Circuitos Integrados son sensores analógicos de temperatura que convierten la temperatura a un voltaje analógico. Son sensores de bajo costo y bajo consumo de energía con una precisión de +/- 2°C de 0°C hasta 70°C consumiendo solamente 6µA (ver figura 3).

Figura 3: Sensor MCP9700

Sensor de corriente de efecto Hall

Una de las formas de medir corriente usando un microcontrolador, es usar un sensor de efecto Hall, este tipo de sensores son sensibles a las variaciones del campo magnético que lo atraviesa, generando un voltaje en su salida equivalente a la influencia magnética que lo circula. Lo mejor que tienen es que son relativamente sensibles, por lo que se pueden medir corrientes de 0,5 Ampers con aproximada precisión.

Sensor de corriente ACS712

El sensor de corriente empleado es el ACS712. Su principio de funcionamiento se basa en el efecto hall. Se tiene un voltaje en la salida del sensor como resultado de la detección del campo magnético que circula por sus terminales. Entre sus ventajas es que presenta un bajo nivel de ruido en su salida. Sus características técnicas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Especificaciones sensor ACS712

Precisión	± 1.5%
Rango de medición	0 - 5 A
Sensibilidad	185mV/A
Voltaje de alimentación	5V
Corriente de alimentación	10mA
Frecuencia	80KHZ
Temp. De operación	-40°C a 150°C

Desarrollo.

Una vez seleccionados los sensores a utilizar, se procedió a ponerlos caracterizar su funcionamiento.

Divisor de tensión

Una de las características del panel solar mostrado en la Tabla 1, es la salida de voltaje en CD de 24.21V, siendo éste un valor demasiado alto para la entrada analógica de 0 a 5V de la tarjeta Arduino UNO, este problema se solucionó colocando un divisor de tensión a la salida del panel solar. Para que el voltaje del panel se convierta a voltaje de CC se colocaron capacitores como se observa en la figura 4.

Para determinar el valor de las resistencias inicialmente se propone el valor de R_2= 1KΩ, sustituyendo en la ecuación 1 y despejando a R1 se obtiene su magnitud, ecuación 2.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in} \tag{1}$$

$$R_1 = \frac{V_{in} * R_2}{V_{out}} - R_2 \tag{2}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2 obtenemos:

$$R_1 = \frac{24.21V * 1K\Omega}{5V} - 1K\Omega$$

$$R_1 = 3.84K\Omega$$

Regresión lineal al divisor de tensión.

Para llevar a cabo esta prueba se emplearon dos multímetros para medir el voltaje de entrada y el voltaje de salida del divisor. El arreglo físico se muestra en la figura 4.

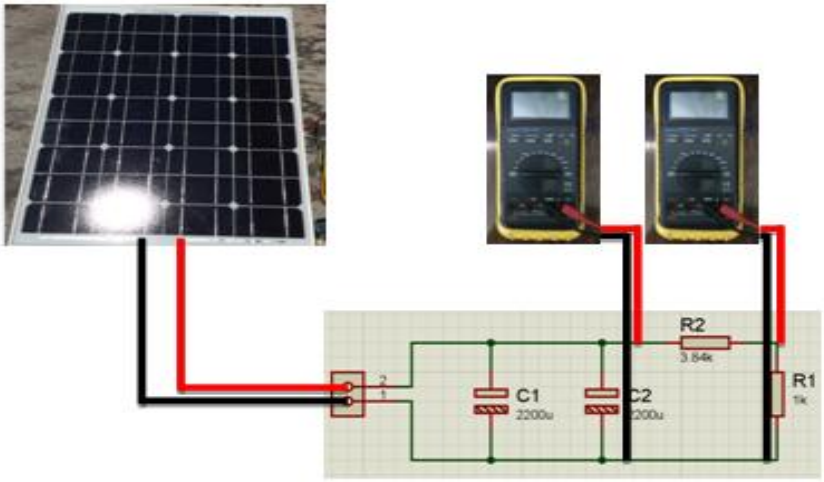


Figura 4: Arreglo para la medición de voltaje

Mediante lámparas se emuló la variación de la radiación solar que incidía en el panel solar, obteniendo la variación del voltaje de salida. En la gráfica 5 se presentan los datos obtenidos en las pruebas.

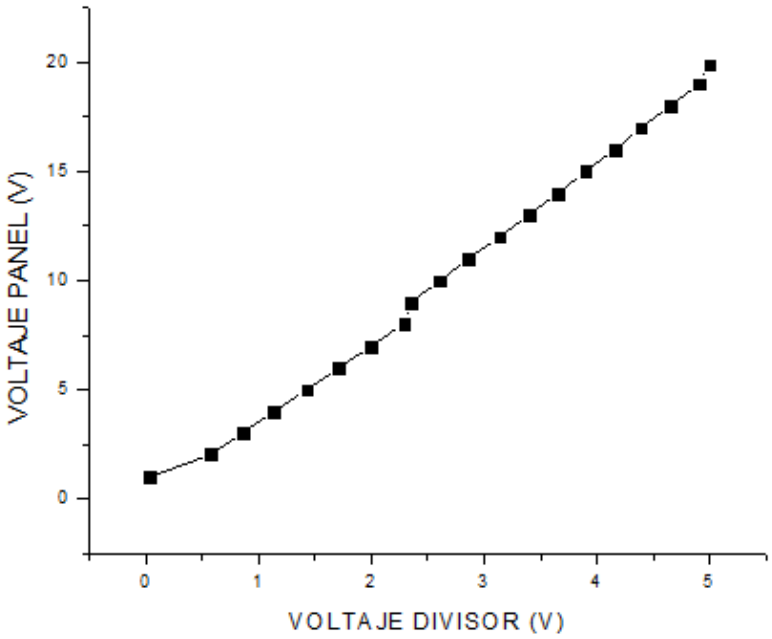


Figura 5: Relación voltaje generado en el panel y voltaje en el divisor

Aplicando una regresión lineal se obtiene la ecuación lineal que describe el comportamiento del voltaje de entrada con el de salida (ver figura 6).

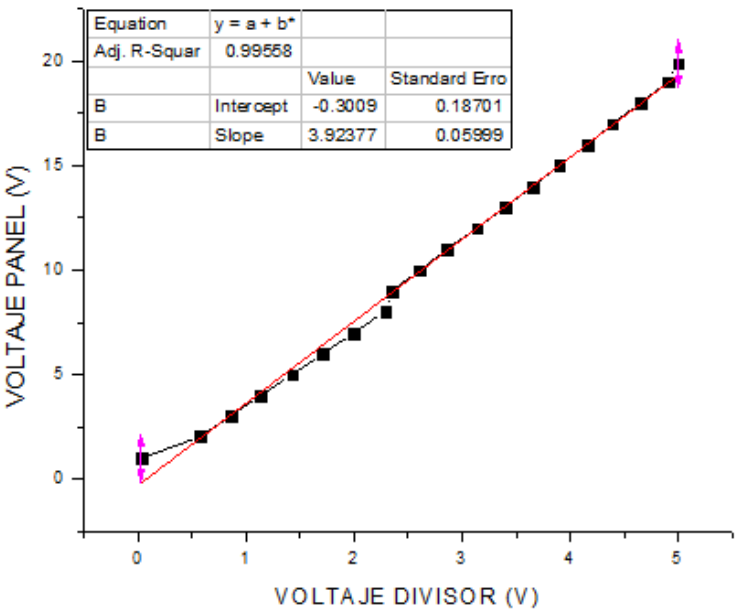


Figura 6: Regresión lineal

Por lo tanto la ecuación obtenida para el panel solar a la salida del divisor de voltaje es:

$$Y = 3.92377(X) - 0.30094$$

Por lo tanto:

$$V_0 = 3.92377(V_p) - 0.30094$$

Donde:

V_0: Voltaje de salida
V_p: Voltaje del panel

Una vez realizadas estas pruebas se conectó el divisor de voltaje al Arduino UNO para visualizar el voltaje generado en el panel solar, el esquema de conexión se puede apreciar en la figura 7

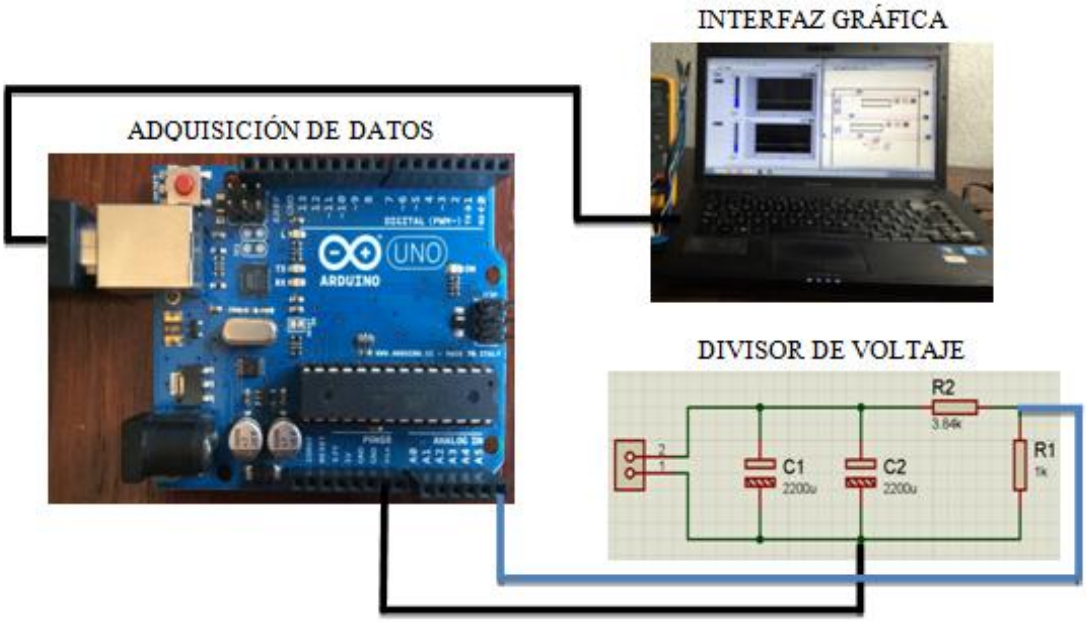


Figura 7: Conexión divisor de tensión

Sensor de corriente ACS712

Una de las ventajas de este sensor, está en que trabaja con 5V de alimentación y una de sus especificaciones en la hoja de datos es que entrega 185mV/A. Las conexiones que se realizaron para la lectura de este sensor son las mostradas en la figura 8.

El sensor con una corriente I=0 entrega 2.5v a su salida y al momento que circula una corriente por sus terminales, el voltaje aumenta en magnitud de la corriente

que circula por las mismas. En base a estos fundamentos se estableció la siguiente ecuación:

$$I = \frac{V_{sensor} - 2.5088}{0.185} \tag{3}$$

Donde V_{sensor} es el voltaje entregado por el sensor.

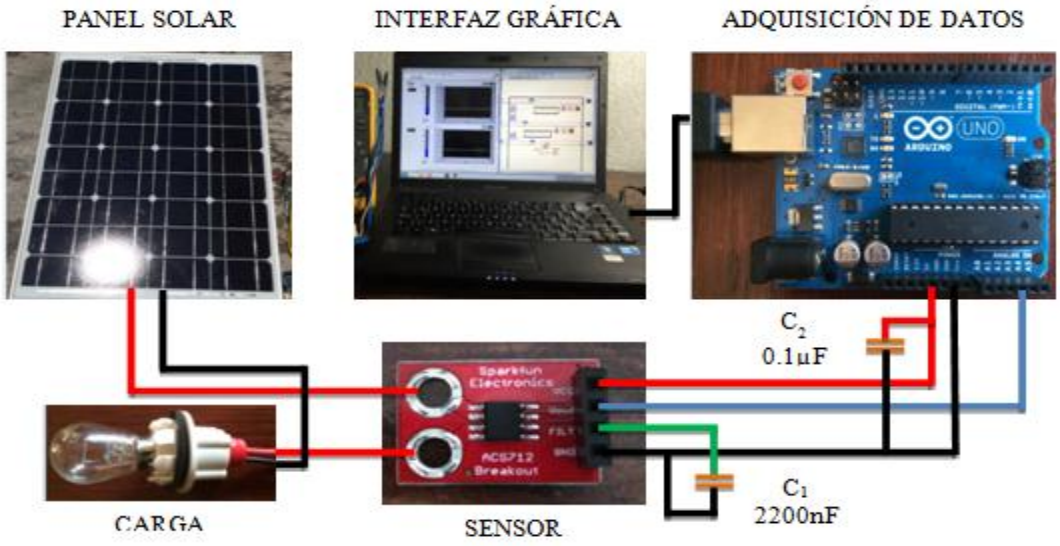


Figura 8: conexión sensor de corriente

Sensor de temperatura MCP9700

Preparación de los sensores de temperatura

El procedimiento inicial que se realizó a los sensores fue la extensión de sus terminales con cable de 1 m. Se aislaron sus terminales con termofil con la finalidad de colocarlos en la parte frontal del panel solar. En la figura 9 se muestra como se conectan los sensores desde el panel hasta la tarjeta Arduino UNO

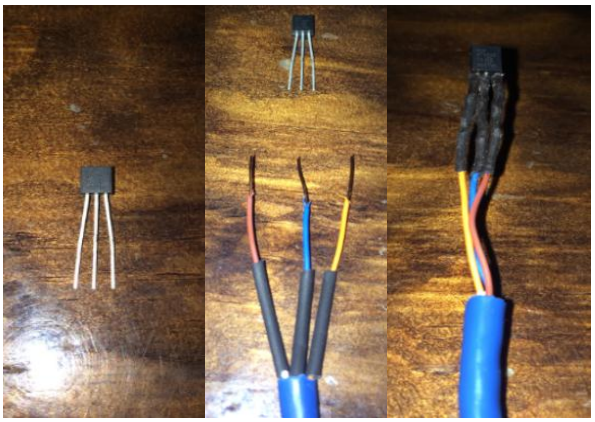


Figura 9: Preparación Del sensor MCP9700

Calibración.

Antes de realizar las pruebas, se encapsularon dos sensores MCP9700 con una capa de silicón para lograr su aislamiento al contacto con el agua, evitando de esta manera algún corto circuito. Las pruebas se realizaron a distintas temperaturas, comenzando desde los 10°C hasta llegar a los 60°C (ver figura 10).
Primero se enciende la computadora (9), se abre el programa de instrumentación virtual (8) y se conecta el sensor (6) al Arduino UNO (7), éste proporciona la alimentación de 5V al sensor de temperatura y la salida del sensor va conectada a la entrada analógica 0 del microcontrolador, posteriormente se prepara el multímetro Fluke en medición de temperatura (1), se conecta el termopar (2) al multímetro y se introduce al vaso de precipitado (4) junto con el sensor MCP9700 hasta alcanzar el agua (5), este proceso nos arroja datos, como son la temperatura del termopar y el voltaje que está entregando el sensor al Arduino, este voltaje se puede observar en la pantalla del programa. Se repite el proceso aumentando la temperatura gradualmente con el termoagitador (3) y anotando los datos obtenidos.

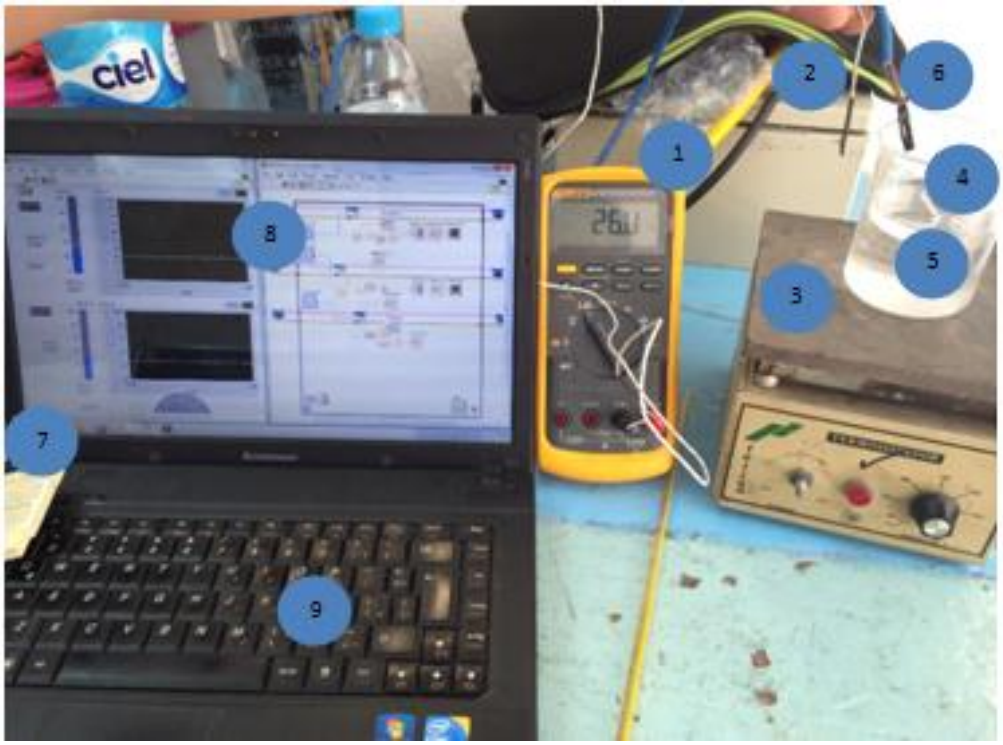


Figura 10: Calibración de los sensores MCP9700

Los datos recopilados de las pruebas se ingresaron al programa de graficación y se realizó su análisis obteniendo la regresión lineal de los datos de cada sensor

Para el primer sensor se obtuvo la siguiente gráfica

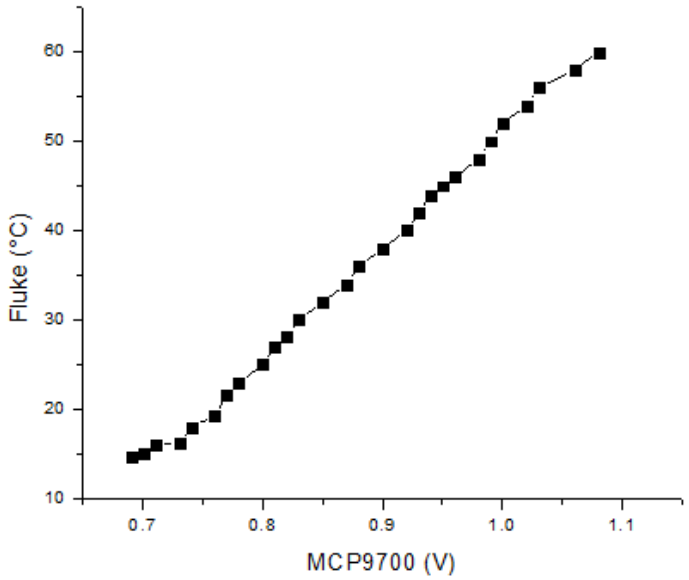


Figura 11: Relación temperatura-voltaje del sensor MCP9700

Aplicando la regresión lineal se obtiene:

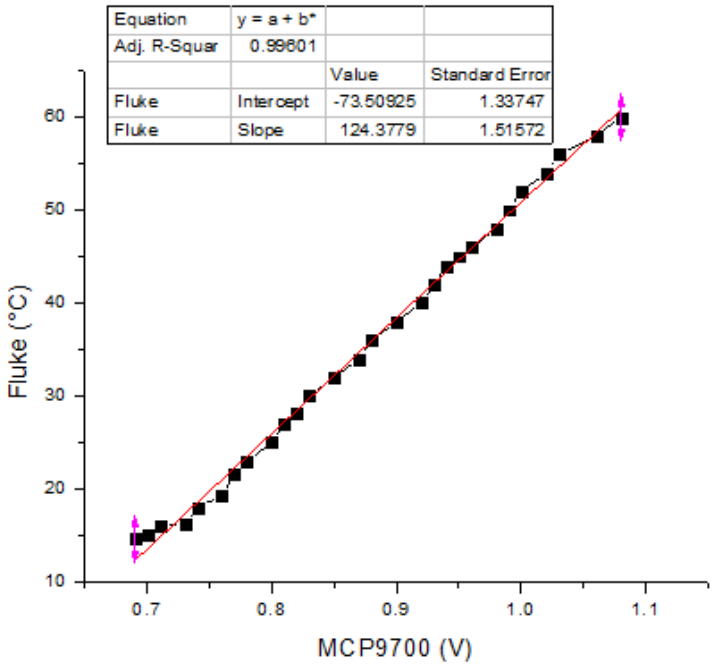


Figura 12: Regresión lineal del sensor de temperatura MCP9700

Por lo tanto la ecuación para el primer sensor es la siguiente:

$$Y= 124.37792 * x -73.50925$$

Donde:

$$\text{Temperatura}= 124.37792 * (\text{Voltaje sensor}) - 73.50925$$

Para el sensor dos se aplica el mismo método, obteniendo sus respectivas ecuaciones características, las cuales son las siguientes:

Sensor 2 (S1): Temperatura = 113.53674 * (Voltaje sensor) - 64.83145

Resultados y Discusión

a. Divisor de tensión

Se realizaron varias pruebas haciendo variar el voltaje del panel solar y comparando las mediciones de voltaje del multimetro (ver figura 13), con las obtenidas en la interfaz gráfica. Se obtiene la desviación estándar de los datos obtenidos, lo resultados se muestran en la tabla 3.

Figura 13: Pruebas al divisor de tensión

Tabla 3: Resultados de medición de voltaje

MEDICION DIRECTA (V)	INTERFAZ GRAFICA (V)	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
12.68	12.54	12.61	0.09899
12.72	12.63	12.675	0.06364
12.76	12.67	12.715	0.06364
18.89	18.98	18.935	0.06364
18.95	19.00	18.975	0.03536
19.03	18.90	18.965	0.09192
19.09	18.98	19.035	0.07778
19.14	19.00	19.07	0.09899

b. Sensor de corriente

Para observar el funcionamiento del sensor con en la interfaz gráfica, se realizaron

distintas pruebas cambiando la carga que alimenta el panel solar. En la figura 14 se muestran estos resultados. Se observa que los valores obtenidos con el multímetro y el sensor, son muy similares (ver tabla 4).

Figura 14: Pruebas realizadas al sensor de corriente

Tabla 4: Resultados sensor de corriente

CARGAS	CORRIENTE MEDIDA CON EL MULTIMETRO (A)	CORRIENTE MEDIDA CON EL SENSOR (A)	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
lámpara	0.0761	0.079456	0.07778	0.00237
5.1Ω	0.35	0.31783	0.33391	0.02275
3.9Ω	0.73	0.71513	0.72257	0.01051
Motor	0.11	0.10594	0.10797	0.00287

c. Sensor de temperatura

Las pruebas que se realizaron para estos sensores fue compararlos con los termopares del multimetro FLUKE. Se visualizó la tempreratura obtenida con el sensor por medio de la interfaz gráfica. Los sensores se pusieron a la misma distancia que el termopar del multimetro como se muestra en la figura 14.

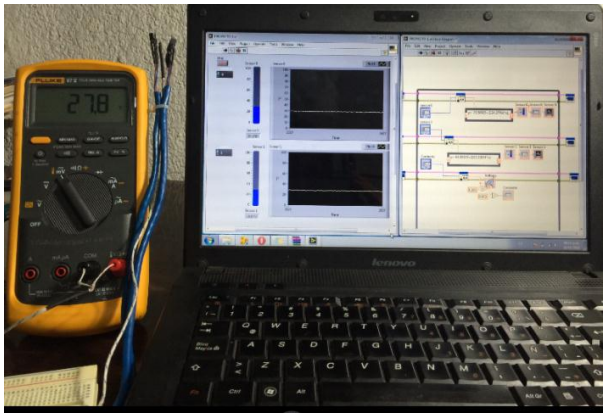


Figura 14: Pruebas al sensor de temperatura

Los resultados obtenidos en esta prueba se pueden visualizar en la tabla 5 y figura 15.

Tabla 5: Resultados sensores de temperatura

Termopar	S0	Media	Desviación S0	S1	Media	Desviación SI
29.6	30.09	29.6	0.34648	31.41	30.505	1.279986
29.2	29.48	29.2	0.19799	30.85	30.025	1.16673
28.1	28.87	28.1	0.54447	29.74	28.92	1.15966
27.7	28.48	27.7	0.55154	29.74	28.72	1.4425
26.4	27.64	26.4	0.87681	28.32	27.36	1.35765
25.6	26.84	25.6	0.87681	27.15	26.375	1.09602

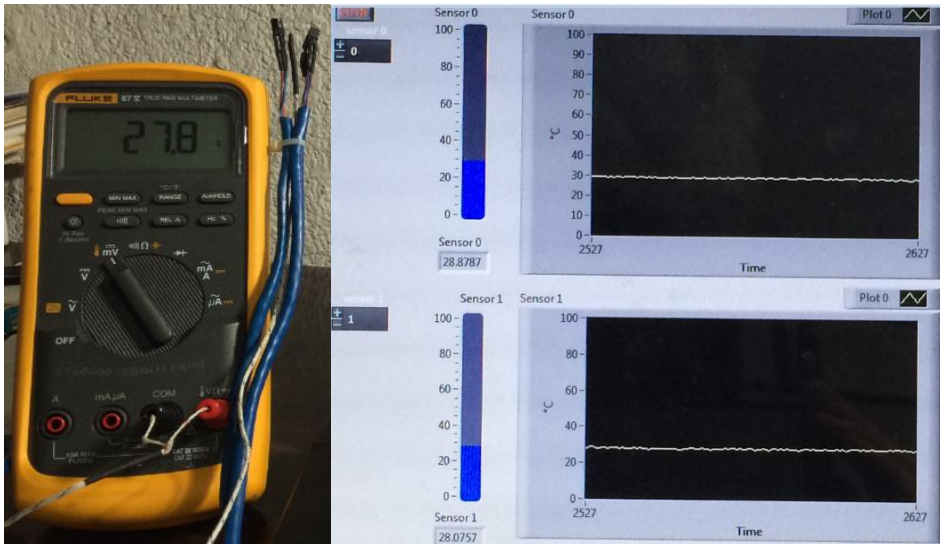


Figura 15: Resultados sensor de temperatura

Conclusiones

Se construyó un sistema para la adquisición de datos de los principales parámetros de un sencillo y funcional panel solar.

El equipo es de bajo costo, siendo el sensor de corriente el más caro, aproximadamente 180 pesos.

Los sensores tuvieron una respuesta satisfactoria, ya que como se observa en las diversas pruebas realizadas tienen una desviación estándar pequeña con respecto a la media de los dos puntos medidos. Lo que indica que los datos no están tan dispersos uno con respecto al otro, a excepción el sensor 2 (S0), cuya dispersión mayor a 1, indicando que el sensor no está realizando de forma correcta la medición de temperatura.

Referencias

1. M. Kadiri, R. Ahmadian, B. Bockelmann-Evans, W. Rauen, R. Falconer, “A review of the potential water quality impacts of tidal renewable energy systems,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 1, pp. 329-341, 2012.

2. N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, M. Vitelli, “Optimal control of photovoltaic arrays,” *Mathematics and Computers in Simulation*, to be published, doi: 10.1016/j.matcom.2012.05.002.

3. J. M. Pacas, M. G. Molina, E. C. dos Santos Jr., “Design of a robust and efficient power electronic interface for the grid integration of solar photovoltaic generation systems”, International Journal of Hydrogen Energy, vol. 37, no. 13, pp. 10076-10082, 2012.

4. G. Blaesser, “PV system measurements and monitoring the European experience”, Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 47, Issues 1-4 , (1997) 167-176.
5. R. Mukaro, F. Carelse “A microcontroller-based data acquisition system for solar radiation and environmental monitoring”. IEEE Trans. Inst. Meas. (1999); 48:1232–8.
6. M. Benghanem, A. Maafi “Data acquisition system for photovoltaic systems performance monitoring”. IEEE Trans. Instrument. Meas. (1998); 47:30–3.

7. Oscar Perpiñán Lamigueiro, *Energía Solar Fotovoltaica,* Mayo 2014.

ESQUEMA DE PROTECCION PARA LÍNEA DE 115 KV DE DOS TERMINALES UTILIZANDO RELEVADORES DIFERENCIALES DE LINEA "87L"

José Alfonso Santana Camilo[1], Tomas Román González[1], Diego Alberto Ramírez Alpizar [1],Rigoberto Silva Martínez[1] ,José Alfredo Gutiérrez Torres[1]

[1]Instituto tecnológico de Zacatepec (ITZ) – jasantanac@hotmail.com, tomas_rg020192@hotmail.com, diego.ramirezalpizar@gmail.com, silvamtzr@hotmail.com, ja_gt141@yahoo.com.mx .

***Área de participación**: Termofluidos y energética*

Resumen – Los esquemas de protección son de vital importancia para mantener la continuidad del servicio del suministro de energía eléctrica, incluyendo las líneas de subtransmisión y las subestaciones de distribución, en este artículo se visualiza la aplicación de un esquema de protección para línea de 115 KV de dos terminales, (subestaciones TEJALPA-CIVAC), con relevadores diferenciales de línea (87L), utilizando enlaces de comunicación por fibra óptica. La necesidad de utilizar estos esquemas de protección se presenta en líneas cortas que alimentan circuitos industriales en 115 KV, en donde no es posible aplicar la protección de distancia (21). Para esto la CFE (Comisión Federal de Electricidad) tiene que analizar y calcular los ajustes en los relevadores diferenciales de línea, en las subestaciones de distribución TEJALPA y CIVAC, las cuales están unida por la LST 73630 con una longitud de 8.46 Km, el cálculo se realiza mediante el software ASPEN ONE LINER, donde se simulan las fallas de corto circuito para obtener los valores de RTC de los interruptores de potencia de las líneas de subtransmisión, los cuales son alambrados a los relevadores y a estos se les ajusta las RTC local y remota, se presentan los criterios para aplicación y ajuste de los elementos y funciones de protección, así como la lógica necesaria para llevar a cabo la operación del esquema diferencial de línea, además de realizar un análisis de operación para fallas simuladas en la línea.

Palabras clave: Relevadores de protección, protección de líneas, corto circuito.

Introducción.

Es importante saber la protección y control que se le da a cada uno de los elementos de una subestación de distribución la cual es indispensable para dar una óptima calidad de continuidad de energía eléctrica [1], cuando hablamos de proteger a una subestación, no hablamos única y exclusivamente de relevadores hay diversos métodos de protección. Una de ellas es protección diferencial de línea mediante relevadores (87L) que están diseñados para cumplir funciones específicas [2].

Las protecciones diferenciales basan su funcionamiento en la comparación de las corrientes que entran y salen de un equipo [1,9]. Su aplicación tiene pocas limitaciones, siendo la principal de ellas, la distancia que separa a los transformadores de corriente, ya que mientras más separados se encuentren, mayor será la carga que representan los conductores de interconexión [5]. Principalmente se usa este esquema para líneas cortas, siempre que su potencia sea importante. (Usualmente sobre unos 5 MVA) [10].

La Norma de Referencia NRF-041-CFE Esquemas Normalizados de Protecciones para Líneas de subtransmisión, indica que para líneas cortas (L < 10 Km) en voltajes de 161 KV y menores, el esquema de protección debe ser protección

diferencial de línea (87L) como protección primaria y protección direccional de sobrecorriente de tierra (67N) como protección de respaldo [3,10,11].
En conglomerados o parques industriales con subestaciones alimentadas en 115 KV, generalmente se tienen líneas menores de 10 kilómetros alimentado a varias subestaciones industriales con plantas alimentadas en 115 KV. En la mayoría de los casos, estas líneas forman parte de un anillo [6,15].
Tal es el caso de las línea de subtrasmisión 73630, con una longitud de 8.46 Km, la cual cierra un sistema anillado entre su fuete subestación de potencia ZAPATA y las subestaciones de distribución TEJALPA y CIVAC, a su vez estas subestaciones alimentan a varias subestaciones industriales.
Esta línea entro a cerrar el sistema anillado, por la necesidad de no tener interrupciones en las subestaciones de distribución TEJALPA y CIVAC, las cuales alimentan a clientes importantes en la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca "CIVAC", la línea de subtransmisión mencionada tiene un conductor ACSR tipo Drake 795 KCMIL [14], y cumple con la norma para protección con esquema diferencial de línea 87L ya que su longitud es menor a 10 Km. [2,10].
El esquema de la protección diferencial de línea, está compuesto por dos relevadores iguales en tipo y características, cada relevador está ubicado uno en cada extremo de la línea, la cual está controlada por interruptores de potencia asociados a cada relevador [11,13].
Cada relevador adquiere, mide, procesa y analiza cada corriente de cada fase, en magnitud y ángulo en su extremo, y por medio de un canal de comunicación le llega información de las corrientes que en ese mismo instante son adquiridas, medidas y procesadas por el relevador colateral [7,9], una vez que posee las características de cada corriente por cada fase las compara en magnitud y ángulo, si la suma vectorial de dichas corrientes sobrepasa el ajuste mínimo de operación, entonces el relevador en base a sus curvas características de restricción-operación decide operar ordenando el disparo del o los interruptores respectivos y envía al extremo colateral el comando de apertura para que el relevador al recibirlo efectué el disparo de ese extremo [12].
Los trasformadores de instrumento se utilizan en los sistemas eléctricos, para reducir la magnitud de corrientes y potenciales primarios, a valores secundarios no peligrosos y normalizados para ser utilizados en relevadores de protección y medidores [4,12].
Un Transformador de corriente "TC", es el dispositivo que nos alimenta una corriente proporcionalmente menor a la del circuito [5], su principio de funcionamiento puede ser obtenido a través del modelo del transformador ideal; haciendo algunas consideraciones derivadas de su diseño y conexión dentro del sistema [12,13].
La correcta operación de las protecciones diferenciales de línea, depende en gran parte de las señales que lleguen al relevador [8], en efecto debemos asegurarnos que sean las correctas, por eso la importancia de los transformadores de instrumento [6]. En este caso trasformadores de corriente TC´s, los cuales se encuentran dentro de cada uno de los polos del interruptor tipo tanque muerto con medio de extinción SF6, a los interruptores de potencia asociados a los disparos, se les realizan pruebas de polaridad, relación y saturación, pertinentes a los TC´s

que se tiene en cada uno de los polos [4,5], para asegurarnos que cumplan con las características requeridas para equipos de protección.

Parte experimental.

Equipo ─ Aplicación de dos relevadores diferenciales de línea 87L marca SEL modelo SEL-311L, dos interruptores de potencia tipo tanque muerto con medio de extinción SF6 marca SIEMENS modelo SPS2-145, trasformadores de corriente de múltiple relación incluidos en las boquillas de los interruptores de potencia. Se utilizó el software ASPEN ONE LINER para el Cálculo de Corto Circuito, para los parámetros de la línea 73630 la cual une a las Subestaciones de distribución, este software es utilizado a nivel nacional en la Comisión Federal de Electricidad.

Metodología ─ Para la puesta en servicio del esquema de Protección Diferencial de Línea (87L), se considera la propuesta del siguiente marco procedimental, la cual nos muestra el procedimiento que hay que seguir para la correcta operación del esquema 87L con la normatividad que lo rige [10].

Recopilación de datos ─ El relevador SEL-311L, es un relé de protección diferencial de línea con interfaces de comunicación integradas. Además de la protección diferencial, el SEL-311L contiene toda la protección, control requerido para la protección de línea, incluyendo también la protección de distancia, la protección de sobrecorriente direccional y no direccional, protección de baja y alta frecuencia y función de recierre. El SEL-311L, implementa la función de protección diferencial utilizando contactos de salida de alta velocidad, además de tener bits propios para cada fase, es decir es una protección de fase segregada [7].

Pruebas a trasformadores de corriente en el interruptor de potencia ─ Las pruebas que se le realizan a los TC´s, son de relación de trasformación “RTC”, polaridad y saturación al realizar las pruebas pertinentes a los TC´s que se tiene en cada uno de los polos, se asegura que cumplan con las características requeridas para equipos de protección [5,6]. Aunque el fabricante debe realizar estas pruebas, no las proporciona, por ende, se tienen que ejecutar y posteriormente analizarlas.

Los nuevos interruptores de potencia utilizada en el esquema diferencial de línea, son del tipo tanque muerto, marca SIEMENS modelo SPS2-145. La placa de datos es la parte primordial para la realización de las pruebas que se le realizan a los TC´s en la tabla 1 se muestran los datos más importantes.

Tabla 1. Datos de interruptor de potencia SIEMENS tipo tanque muerto.

SIEMENS Tensión nominal		INTERRUPTOR DE POTENCIA MODELO SPS2-145 **123 (145) KV.**
Frecuencia		**60 Hz.**
Tiempo máximo de interrupción		**50 ms.**
Carga total de gas SF6		**26 kg.**
Valor nominal de alimentación de los circuitos auxiliares	**Tensión de control**	**125 VCD**
	Tensión de motor	**220 VCA**
	Tensión de calefacción	**220/127 VCA**
	Norma IEC 62271-1000 NRF-022-CFE-2006	

Análisis de diagramas de control – Se verifican los puntos de conexión entre el tablero de control que contienen la protección diferencial y el interruptor de potencia, para todo esto se realiza una lista de cables, la cual contiene los puntos donde se conectan desde que salen del tablero hasta llegar a las tablillas del interruptor para que realice los disparos de la protección mediante los TC´s , después de todo esto se alambra (se conecta) los puntos para tener la conexión protección-interruptor [12,13].

Estudio de corto circuito – Es importante, conocer la cantidad de corriente de corto circuito que puede presentarse en nuestra línea, esto para ajustar adecuadamente nuestro relevador según la RTC y cerciorarnos que el interruptor de potencia instalado tenga la suficiente capacidad interruptiva.

Como ya se mencionó con anterioridad, en la Comisión Federal de Electricidad, el estudio de corto circuito, se realiza mediante el software ASPEN ONE LINER [13].

El cálculo de corto circuito se utiliza para calcular la RTC de los trasformadores de corriente como estos se encuentran en los buses de 115 KV de las subestaciones de distribución en esos puntos se realiza el cálculo de corto [5,11,13].

Se realizan simulaciones trifásicas no son las más comunes pero si las más severas, las cuales pueden llegar a saturar a nuestras TC's. Las fallas trifásicas se calculan con la siguiente formula [16,17].

$$I_{CC3f} = \frac{v}{z_{CC(+)}} \tag{1}$$

Cálculo de relación de trasformación "RTC" – La corriente máxima de falla en el punto donde será colocado el TC, y en el caso de RTC en CFE, de acuerdo a la normativa internacional vigente, se ha establecido que los TC's soporten hasta 20 veces su corriente nominal primaria $(20\ I_{N\ primaria})$ sin ningún problema [13].

Existen dos métodos para el cálculo de RTC los cuales son por carga y por nivel de corto circuito el cual es el método más efectivo, por tal motivo es el método utilizado para el ajuste de las RTC local y remota, el cual consiste en dividir el nivel

de máximo de corto circuito en el bus de cada subestación entre 20 veces la corriente nominal del lado primario con la siguiente formula [12,13].

$$RTC = \frac{N_{CC}}{20\ I_{N\ primaria}} \tag{2}$$

Por lo tanto el nivel de corto circuito por ningún motivo debe superar 20 veces la corriente nominal primaria del trasformador de corriente [5,13].

Ajustes al relevador (pendientes de operación) — Los ajustes de protección se establecen generalmente para todos los relevadores por medio de los criterios de protección y manuales de esquemas de protección normalizados, teniendo como base lo establecido en los manuales de los fabricantes de los equipos a utilizar [8].

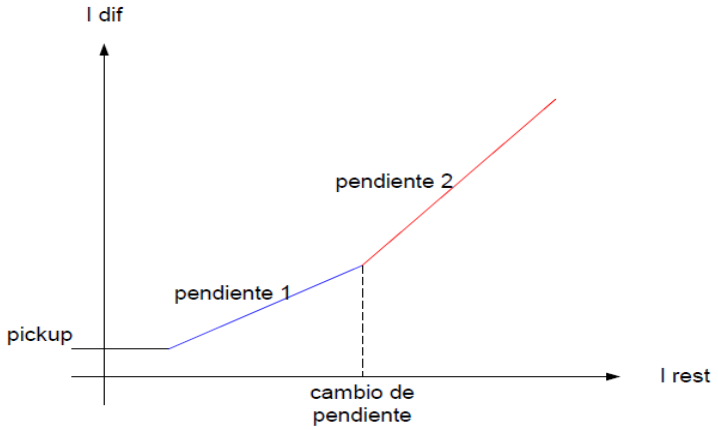


Fig.1 Grafica del relevador diferencial de línea.

1) Pickup de corriente diferencial.
2) Pendiente 1.
3) Pendiente 2.
4) Ajuste de cambio de pendiente (punto de inflexion).

Criterios de ajuste.

- Configurar las relaciones de transformación (RTC) local y remota.

- Ajuste del pickup.
  - Ajustar a 5 Amperes secundarios en el extremo con la mayor RTC ($RTC_{máx}$).
  - Ajustar a 5*($RTC_{máx}/RTC_{min}$) el extremo con la menor RTC (RTC_{min}).

$$Pickup\ del\ rele\ RTC_{min} = 5 * \left(\frac{RTC_{máx}}{RTC_{min}}\right) \tag{3}$$

- Medir la corriente de carga capacitiva máxima en vacío en Amperes secundarios en cada extremo, considerándose el voltaje más alto al que opera la red asociada.
- Verificar que el valor medido anterior sea menor que el ajuste de 5 Amperes secundarios.
- Calcular el valor de corriente de falla mínima.
- Verificar que el ajuste de 5 Amperes sea menor que el 50% del valor de falla mínima al final de la línea con ambos extremos cerrados; en caso contrario deberá de ajustarse al 50% del valor de falla mínima.

- Ajuste de la pendiente 1.
  - Este ajuste define la pendiente de la característica de operación cuando la corriente de restricción es menor al ajuste de cambio de pendiente.
  - Ajustar al 30%.

$$\theta = \tan^{-1}(0.3) \tag{4}$$

- Ajuste de la pendiente 2.
  - Este ajuste define la pendiente de la característica de operación cuando la corriente de restricción es mayor al ajuste de cambio de pendiente.
  - Ajustar al 50%.

$$\theta = \tan^{-1}(0.5) \tag{5}$$

- Ajuste del cambio de pendiente (punto de inflexión).
  - Este ajuste define el cambio de pendiente 1 o 2.
  - Ajustar a un valor de 400% del valor de la corriente de carga máxima de la línea en la condición más crítica.

$$Cambio\ de\ pendiente = (4)(I_{carga\ maxima}) \tag{6}$$

Pruebas al esquema diferencial de línea 87L – Antes de iniciar las pruebas correspondientes de la protección, es necesario realizar la integración con el equipo primario, la integración se refiere a verificar el alambrado de patio hacia la casta de control [8,13]. Dentro de los procedimientos que se realizan son los siguientes:

- Verificar los circuitos de disparo. Se refiere a los disparos por fase de los interruptores y verificar en campo la operación del relevador de protección ha disparado la fase correcta.

- Verificar las alarmas y retroavisos de interruptor de potencia. Se refiere a verificar que las alarmas y bloqueos de interruptor lleguen correctamente, al CCD (Centro de Coordinación de Distribución), entre las alarmas más comunes están: posición en local/remoto, monitoreo de

tensión circuito de fuerza interruptor, pérdida SF6, bloqueo por perdida de SF6, resorte descargado, alarma de emergencia, etc.

Resultados.

Se realizan las simulaciones de corto circuito trifásico en los buses de las subestaciones de distribución TEJALPA y CIVAC, en el software ASPEN. Se hace la comparación de los resultados en ASPEN para comparar el porcentaje de error con el cálculo manual.
En la siguiente figura, se muestra un circuito equivalente de Thevenin realizado en ASPEN para visualizar el comportamiento de la falla trifásica en el bus de las SE´s TEJALPA y CIVAC.

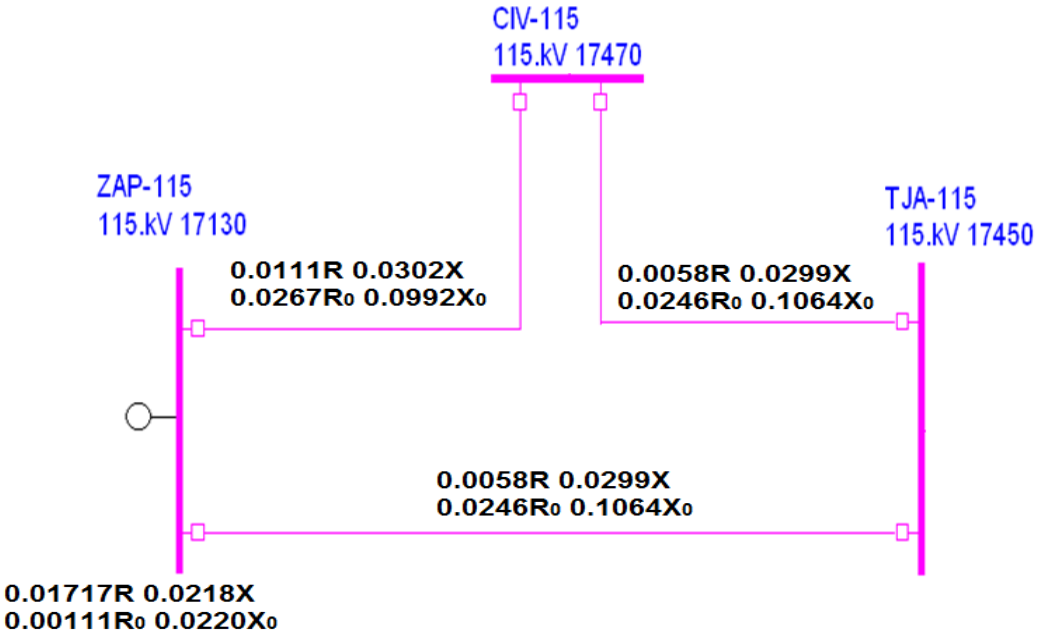


Fig. 2 circuito equivalente de Thevenin de las SE. ZAPATA, TEJALPA y CIVAC

Reduciendo el circuito para el bus de la subestación TEJALPA tenemos:

$$Z_{ZAP-CIV-TJA(+)} = Z_{ZAP-CIV(+)} + Z_{CIV-TJA(+)}$$
$$= (0.0111 + 0.0302i) + (0.0058 + 0.0299i)$$
$$= 0.0169 + 0.0601i\ p.u$$

$$Z_{TOTAL\ ZAP-TJA(+)} = \frac{(Z_{ZAP-CIV-TJA(+)})(Z_{ZAP-TJA(+)})}{(Z_{ZAP-CIV-TJA(+)}) + (Z_{ZAP-TJA(+)})}$$
$$= \frac{(0.0169 + 0.0601i\ )(0.0058 + 0.0299i\ )}{0.0169 + 0.0601i\ + (0.0058 + 0.0299i)}$$
$$= 4.4436\ x^{-3} + 0.01999i\ p.u$$

$$Z_{CC(+)} = Z_{E\ ZAP(+)} + Z_{TOTAL\ ZAP-TJA(+)}$$
$$= (0.01717 + 0.0218i) + (4.4436\ x^{-3} + 0.01999i\ )$$
$$= 0.021613 + 0.04179i$$

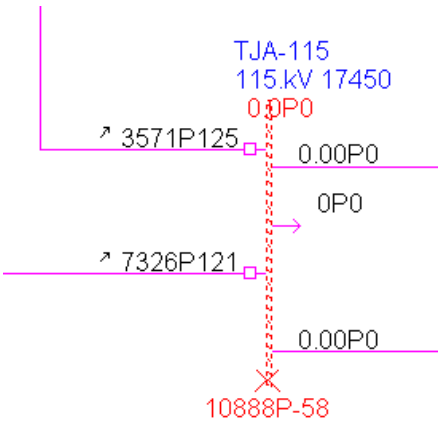
Corriente de falla trifásica.

$$I_{CC3f} = \frac{V}{Z_{CC(+)}} = \frac{1+0i}{0.021613+0.04179i} = 9.79747 - 18.90266i\ p.u.$$
$$= 21.2908 \angle -62.6017°\ p.u$$

$$I_{BASE} = \frac{MVA_{BASE}X10^3}{(\sqrt{3})KVA_{BASE}} = \frac{100X10^3}{(\sqrt{3})(115)} = 502.0437123\ A.$$

$$I_{CC3f} = (I_{p.u})(I_{BASE}) = (21.2908\ )(502.0437123)$$

$$\boldsymbol{I_{CC3f} = 10688.51 \angle -62.60°\ A.}$$



El nivel de corto circuito falla trifásica en el bus de la subestación TEJALPA en ASPEN fue de: (ver fig. 3)

$\boldsymbol{10888 \angle -58°\ A.}$

Mientras que con el cálculo manual fue de

$\boldsymbol{10688.51 \angle -62.60°\ A.}$.

El porcentaje de error es de

$\%\ Dif = \frac{10888-10688.51}{10888} * 100$ **=1.83%**

Fig. 3 Corto circuito $3f$ en bus de SE. TEJALPA.

Reduciendo el circuito para el bus de la subestación CIVAC tenemos:

$$Z_{ZAP-TJA-CIV(+)} = Z_{ZAP-TJA(+)} + Z_{TJA-CIV(+)}$$
$$= (0.0058 + 0.0299i) + (0.0058 + 0.0299i)$$
$$= 0.0116 + 0.0598i\ p.u$$

$$Z_{TOTAL\ ZAP-CIV(+)} = \frac{(Z_{ZAP-TJA-CIV(+)})(Z_{ZAP-CIV(+)})}{(Z_{ZAP-TJA-CIV(+)}) + (Z_{ZAP-CIV(+)})}$$
$$= \frac{(0.0116 + 0.0598i\ )(0.0111 + 0.0302i\ )}{(0.0116 + 0.0598i\ ) + (0.0111 + 0.0302i)}$$
$$= 6.1746\ x^{-3} + 0.020192i\ p.u$$

$$Z_{CC(+)} = Z_{E\ ZAP(+)} + Z_{TOTAL\ ZAP-CIV(+)}$$
$$= (0.01717 + 0.0218i) + (6.1746\ x^{-3} + 0.020192i\ )$$
$$= 0.02334 + 0.04199i$$

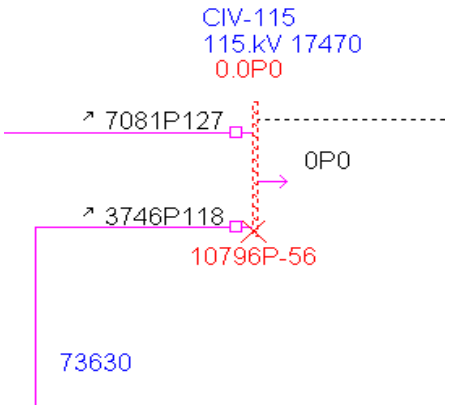
Corriente de falla trifásica.

$$I_{CC3f} = \frac{V}{Z_{CC(+)}} = \frac{1 + 0i}{0.02334 + 0.04199i} = 10.1130 - 18.19151i\ p.u.$$
$$= 20.8135 \angle -60.9294°\ p.u$$

$$I_{BASE} = \frac{MVA_{BASE} X10^3}{(\sqrt{3})KVA_{BASE}} = \frac{100X10^3}{(\sqrt{3})(115)} = 502.0437123\ A.$$

$$I_{CC3f} = (I_{p.u})(I_{BASE}) = (20.8135)(502.0437123)$$

$$\boldsymbol{I_{CC3f} = 10449.28 \angle -60.92°\ A.}$$



El nivel de corto circuito en el bus de la subestación CIVAC en ASPEN fue de: (Ver fig. 4) $\boldsymbol{10796 \angle -56°\ A.}$

Mientras que con el cálculo manual fue de $\boldsymbol{10449.28 \angle -60.92°\ A.}$

Fig. 4 Corto circuito $3f$ en bus de SE. CIVAC.

Tomando los niveles máximos de corto circuito de los buses de las subestaciones TEJALPA Y CIVAC, tenemos que:

Tabla 2 Niveles de corto circuito para cálculo de RTC en las SE. TEJALPA y CIVAC.

BUS SE. TEJALPA	**10888 A.**
BUS SE. CIVAC	**10796 A.**

Por lo tanto la RTC, para la SE's TEJALPA y CIVAC es de:

$$RTC_{TJA} = \frac{10888}{20} = 544.4\ ; \quad RTC_{CIV} = \frac{10796}{20} = 539.8$$

Como el interruptor de potencia, es de relación múltiple se tiene que seleccionar una relación superior a 544.4 para la subestación TEJALPA, y mayor de 539.8 para la subestación CIVAC. La RTC para ajustar en el relevador y hacer las conexiones en los TC del interruptor es de 600 / 5. Tanto para el lado local como para el extremo remoto.

Cálculo de ajustes de diferencial. – Los ajustes son iguales para los dos relevadores ya que pertenecen a un mismo esquema.

- Pickup = 5

  Las dos subestaciones cuentan con transformadores de corriente con la misma relación de transformación.

$$TJA = \frac{600}{5} = 120\ ;\ CIV = \frac{600}{5} = 120$$

  El extremo con mayor RTC, se ajusta a 5 Amperes ($RTC_{máx}$).

  Ajustar a 5*($RTC_{máx}/RTC_{min}$) el extremo con la menor RTC (RTC_{min}).

$$Pickup\ del\ rele\ RTC_{min} = 5 * \left(\frac{5}{5}\right) = 5$$

  Por lo tanto, todos se ajustan a 5 Amperes secundarios.

- Pendiente 1 = 30%

  $\theta = \tan^{-1}(0.3) = 16.6992°$

- Pendiente 2. = 50%

$$\theta = \tan^{-1}(0.5) = 26.56505°$$

- Cambio de pendiente o punto de inflexión = 2000 Amperes primarios.

  En la línea de subtransmisión 73630, la corriente de carga máxima oscila entre los 500 Amperes en condiciones normales de operación.

$$Cambio\ de\ pendiente = (4)(500\ A.) = 2000\ A.$$

Por lo tanto, los ajustes de los relevadores son:

- Pickup = 5 amperes.
- Pendiente 1 = 30%.
- Pendiente 1 = 50%.
- Cambio de pendiente = 2000 Amperes.

Conclusiones.

El constante crecimiento en la demanda de energía en nuestro país, y el compromiso de la Comisión Federal de Electricidad, de tener las menos interrupciones posibles del servicio eléctrico, ha obligado a esta a modernizar sus subestaciones en cuanto a equipo primario y a sus sistemas de protección y medición, de tal forma que se está llegando a tener el más moderno sistema de protección y control entre dispositivos electrónicos inteligente.

El presente trabajo, expuso los conceptos necesarios para una puesta en servicio de los tableros de protección para líneas de subtransmisión de 115 KV, centrándose en el elemento más importante del tablero, el relevador diferencial de línea.

La importancia de los sistemas de protección en una red eléctrica, y la relevancia que tienen los transformadores de instrumento en la adecuada operación de los relevadores de manera que puedan proteger al sistema ante condiciones de régimen anormal o de falla. Se explicó el esquema diferencial de línea 87L y su principio básico de funcionamiento.

Al sustituir los interruptores de potencia, se realizaron pruebas a los Transformadores de Corriente las cuales fueron satisfactorias, ya que cumplen con lo que dicta la norma NRF-027-CFE-2010 y la norma internacional IEC 60044-1-2003.

Se analizaron los resultados del estudio de corto circuito, realizado mediante el software ASPEN ONE LINER y se comprobó que la capacidad de los nuevos interruptores instalados cumple con los peores casos de falla.

El ajuste propuesto del relevador SEL-311L, para la protección diferencial, respondió según lo esperado al efectuar simulaciones de fallas tanto en el bus local, como en el remoto mediante en equipo de prueba.

Referencias

1. C. Russell Mason. El Arte y la Ciencia de la Protección de Relevadores, 2da edición. Ed. Continental, 1990.
2. NORMA IEC 60255-4-2000 “Relevadores y equipos de Protección.”
3. NORMA NMX-J-116-ANCE-1996 “Productos Eléctricos –Transformadores Tipo Subestación”
4. NORMA NMX-J-169-ANCE-2004 “Transformadores de Potencia – Métodos de Prueba.”
5. NORMA IEC 60044-1-2003 “Transformadores de Corriente.”
6. NORMA NRF-3531-CFE “Subestaciones.”
7. INSTRUCTION MANUAL-20010311- Schweitzer Engineering Laboratories “Protection System SE- 311L”
8. NORMA NRF-3532-CFE “Procedimiento de Protecciones 2007.”
9. INSTRUCTION MANUAL-20071214- Schweitzer Engineering Laboratories “SEL-387 Current Differential and Overcurrent Protection Relay”
10. NORMA NRF-041-CFE “Esquemas Normalizados de Protecciones para Líneas de subtransmisión.”

11. NORMA NRF-3562-CFE “Criterios Coordinación de Protecciones.”
12. Auxiliar Técnico de Protecciones de Distribución 3^{era} edición. División Centro Sur. Comisión Federal de Electricidad, 2006.
13. Protección de Líneas de Distribución 1^{era} edición, Subgerencia de Distribución, Comisión Federal de Electricidad, 1996
14. NORMA NRF-E0000-12-CFE “Cables de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR).”
15. NORMA NRF-J1000-50-CFE “Torres de Transmisión y Subtransmisión.”
16. William D. Stevenson. Análisis de Sistemas de Potencia 1^{era} edición. Mc Graw-Hill, 1996.
17. J. Duncan Glover. Análisis y Diseño Sistemas de Potencia 3^{era} edición. International Thompson, 1996.

EVALUACION DE LOS MODELOS DE PERDIDAS DE ENERGIA EN UN POZO INYECTOR DE VAPOR

R. Díaz De Leon[1], J.R Hernández Perez[2], O. Cazarez Candia[3], OC. Benítez Centeno[4]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27,C.P.62780,Zacatepec,Morelos,Mexico-riky_197@hotmail.com. [2];Instituto Mexicano del Petróleo-jrhernadezperez@gmail.com-ocazarez@imp.com.mx, Eje Central Lázaro Cárdenas, Col. San Bartolo Atepehuacan, México: [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec -obece@itzacatepec.edu.mx

***Área de participación**: Termofluidos.*

Resumen – En este trabajo se presenta lá comparación de dos herramientas utilizadas para la simulación de pozos de inyección de vapor y predecir los perfiles de presión, temperatura, calidad de la mezcla y velocidades superficiales de lá fase líquida y gaseosa, respectivamente. La primera consiste en un modelo acoplado contenido en simulador de yacimientos comercial y el SPIV un modelo para calcular la caída de presión y las pérdidas de energía. Se compararan los resultados de las simulaciones con otros modelos de autores conocidos en literatura. Se evaluan los modelos de los anteriores autores respecto a su desempeño en la inyección de vapor en pozos verticales. Con este estúdio pretendemos identificar que modelo de mejor forma para el estudio en investigaciones para la recuperación de petróleo.

Introducción

Una de las técnicas de la recuperación mejorada que se desarrolla en el instituto mexicano del petróleo, es la recuperación térmica de petróleo utilizando vapor inyectado en la formación, es similar a otros métodos de inyección de fluido caliente utilizando agua o gas. Sin embargo, ya que el vapor es un mejor portador de calor, una eficiencia de desplazamiento del petróleo se puede conseguir con vapor de agua que con el agua caliente o de gas.

Los frentes de vapor de alta temperatura también generan otros efectos favorables, tales como vaporización y condensación para que se logre que la viscosidad del petróleo disminuya y se consigue que fluya constante de manera ligera por los poros de la roca hasta llegar al pozo productor y así tener una mayor extracción del aceite.

Para conocer el efecto del vapor sobre el sistema roca-fluidos del yacimiento es necesario calcular con que presión, temperatura y calidad llega el vapor al fondo del pozo. Esto es afectado por las características físicas de pozo, el patrón de flujo desarrollado y las pérdidas de calor a lo largo de la tubería.

Metodología y Fundamento Teórico

Se presenta el modelo matemático (modelo hidrodinámico y térmico) para el modelado de inyección de vapor en pozos verticales. El modelo hidrodinámico está constituido por las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía, las cuales son resueltas de forma consecutiva para predecir los perfiles de presión, temperatura, calidad de la mezcla y velocidades superficiales de la fase líquida y gaseosa, respectivamente. El modelo térmico está constituido por un balance térmico entre el fluido a través de la tubería de inyección y la formación rocosa, adicionalmente, la disipación de energía a través de la formación es analizada mediante la ecuación de difusión en coordenadas cilíndricas en 2D.

Las pérdidas de calor a los alrededores influyen de forma importante en la predicción de los perfiles de presión, calidad y temperatura en función de la profundidad del pozo. El acoplamiento de las ecuaciones de masa, cantidad de movimiento y energía en el fluido (modelo hidrodinámico) a un modelo térmico de pérdidas de calor hacia los alrededores (formación rocosa) permite determinar de forma más acertada el comportamiento termo-hidráulico del vapor inyectado, con una buena aproximación, para pequeños y largos periodos de inyección de vapor. Estudios previamente realizados por Mozzafary et al. Y Bahonar et al. Han demostrado que el modelo de flujo de mezcla es adecuado para él estudió de inyección de vapor en pozos verticales. Figura 1 Modelo físico del sistema de inyección de vapor.

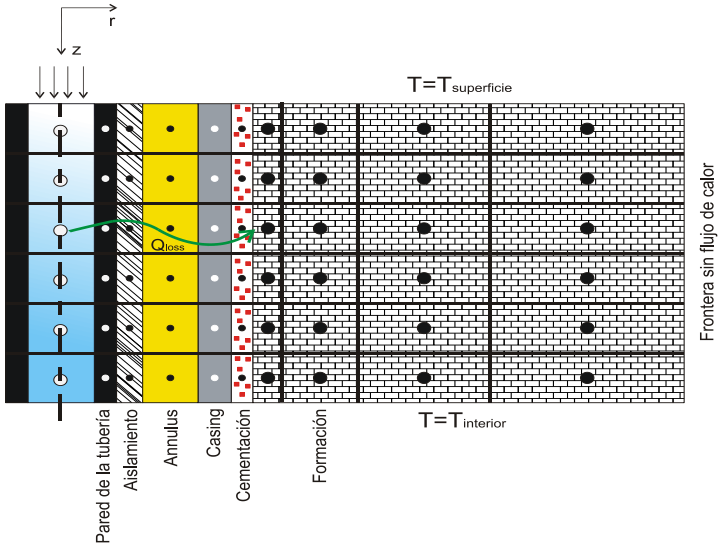


Figura 1. Pozo-formación del sistema de inyección de vapor, condiciones de frontera y mallado geométrico de la formación.

La figura 1. Muestra el sistema es dividido en tres secciones: 1) la tubería de inyección de vapor, 2) Formación rocosa, constituida por la propia pared de la tubería de inyección, una posible región de aislante, la región anular, el casing y la región de cementación, y 3) la formación rocosa.

La tubería de inyección es alimentada con una mezcla bifásica agua-vapor, a una cierta presión de saturación y una correspondiente calidad del vapor, debido al gradiente de temperatura entre la tubería y los alrededores. El vapor en la mezcla bifásica es considerado como flujo compresible además el sistema se modela para periodos de inyección de vapor de forma continua.

Modelo hidrodinámico inyección de vapor

La inyección de vapor al sistema es considerada en estado permanente, de tal forma que la ecuación de conservación de masa es expresada como;

$$\frac{\partial}{\partial z}\left(\rho_g v_{sg} + \rho_L v_{sL}\right) = 0 \qquad [1]$$

O bien;

$$\rho_g v_{sg} + \rho_L v_{sL} = \frac{\dot{w}}{3600 x A_{ti}} = \text{constante} \qquad [2]$$

Donde los subíndices g y L representan la fase gas y líquido, respectivamente, ρ la densidad, v_s la velocidad superficial y A_{ti} el área de la sección transversal interna de la tubería.
La ecuación de conservación de cantidad de movimiento (estado permanente) se expresa mediante la Ecuación [1];

$$-\frac{dP}{dz} = -\frac{\rho_m g \cos\theta}{g_c} + \frac{f_m v_m^2 \rho_m}{2 d_{ti} g_c} + \frac{\rho_m v_m}{g_c}\frac{dv_m}{dz} \qquad [3]$$

Donde el subíndice m representa la propiedad media, P el término de presión, g el término de aceleración gravitacional, θ el ángulo entre la pared y la dirección del flujo, g_c la constante de conversión gravitacional, d_{ti} el diámetro interno de la tubería y f el factor de fricción.

La ecuación de conservación de energía se muestra de la siguiente manera;

$$\frac{\dot{Q}_{loss}}{3600\, x\, A_{ti}} + \frac{\partial}{\partial t}\left\{\sum_p \left[f_p \rho_p \left(u_p + \frac{v_p^2}{2 g_c J_c} \right)\right]\right\} = -\frac{\partial}{\partial z}\left\{\sum_p \left[\rho_p v_{sp} \left(h_p + \frac{v_p^2}{2 g_c J_c} \right)\right]\right\} + \sum_p \frac{\rho_p v_{sp} g \cos\theta}{g_c J_c} \qquad [4]$$

Donde el subíndice p indica la fase líquido o gas, respectivamente, $\dot{Q}_{loss}$ el flujo de calor disipado hacia los alrededores, J_c el equivalente mecánico de calor (788 ft-lbf/Btu), y el factor de 3600 convierte las horas en segundos.

Modelo térmico

La disipación de energía desde el fluido hacia la formación es función de las resistencias al flujo de calor, constituidas por la pared de la tubería de inyección, el aislamiento, el espacio anular, el casing, el cemento y la propia formación rocosa (figura), y es modelada mediante la Ecuación [5].

$$\dot{Q}_{loss} = -2\pi r_{to} U_{to} (T_f - T_{wb}) \qquad [5]$$

Donde r_{to} es el radio externo de la tubería, U_{to} el coeficiente de transferencia de calor global, y T_f y T_{wb} la temperatura del fluido y de la interface cemento-formación.

La suma de la diferencia de temperatura entre todos los elementos es igual a la diferencia de temperatura entre el fluido y la formación, es decir;

$$T_f - T_{wb} = -\frac{\dot{Q}_{loss}}{2\pi}\left[\frac{1}{r_{ti}h_t} + \frac{\ln(r_{to}/r_{ti})}{k_t} + \frac{\ln(r_{ins}/r_{to})}{k_{ins}}\right] - \frac{\dot{Q}_{loss}}{2\pi}\left[\begin{array}{l}\dfrac{1}{r_{ins}(h_c + h_r)} + \\ \dfrac{\ln(r_{co}/r_{ci})}{k_c} + \dfrac{\ln(r_{wb}/r_{co})}{k_{cem}}\end{array}\right] \qquad [6]$$

Donde, k_t, k_{ins}, k_c y k_{cem} son la conductividad térmica de la tubería, el aislante, el casing y el cemento, respectivamente. r_{ins}, r_{co}, r_{ci} y r_{wb} son los radios de la superficie externa del aislamiento y del casing, el radio interno del casing y el radio en la interface cemento/formación. h_c y h_r son los coeficientes convectivo y radiativo del fluido en el interior la región anular.

La difusión de calor en la formación rocosa es modelada mediante la ecuación de difusión de calor en coordenadas cilíndricas, en 2D y en estado transitorio, se muestra a continuación.

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(k_{er} r \frac{\partial T}{dr}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k_{ez}\frac{\partial T}{dz}\right) = \frac{1}{\alpha_e^{'}}\frac{\partial T}{\partial t} \qquad [7]$$

Donde k_{er} y k_{ez} son la conductividad térmica en la dirección radial y axial, respectivamente, y T la temperatura en la formación. $\alpha_e^{'}$ Se define como;

$$\alpha_e^{'} = \frac{1}{\rho_e C_{pe}} \qquad [8]$$

Donde ρ_e es la densidad de la formación y C_{pe} el calor especifico. El determinar la temperatura en la interface del cemento-formación mediante la Ecuación [7] permite calcular el flujo de calor disipado hacia los alrededores mediante la Ecuación [5] y en función de la profundidad del pozo.

El modelo termo-hidráulico definido anteriormente permite predecir los perfiles de presión, calidad de la mezcla, temperatura y velocidades superficiales de la fase líquida y gaseosa en pozos inyectores de vapor, con/ o sin una capa de aislante en el sistema (ver la figura 1).
Para la solución numérica del modelo matemático de inyección de vapor (modelo hidrodinámico y modelo térmico), se utilizó la técnica de diferencias finitas. Los resultados se compararon con resultados reportados por M.Bahonar, J. Azaiez y Z. Chen et al., encontrándose una buena semejanza.

Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los datos que corresponden al código computacional SPIV, para la generación de tablas hidráulicas. Al código se le asignan valores con datos de presión, calidad de la mezcla (agua-vapor) y flujo másico a la entrada del pozo, y se calculan las propiedades de la mezcla a través de la tubería de inyección.

El código numérico permite realizar los siguientes cálculos:

1. Predicción de los perfiles de presión, temperatura y calidad de la mezcla a lo largo del pozo
2. Cálculo de tablas hidráulicas, partiendo de datos conocidos de presión, calidad de la mezcla y flujo másico en la cabeza del pozo inyector. Que son datos que se obtuvieron en el Similador1.

En la tabla 1,2,3 que se muestra a continuación, los datos de entrada (requeridos para el modelado de inyección de vapor en pozos verticales) son introducidos al código numérico mediante dos archivos de lectura: 1) HIDRODINAMIC.dat (variables del comportamiento hidrodinámico del pozo) y 2) THERMIC.dat (variables del análisis térmico del sistema de inyección de vapor), y estos se encuentran ubicados en el espacio de trabajo del propio código numérico (el cual ha sido escrito en lenguaje de programación FORTRAN).

Propiedades del pozo com el simulador SPIV

Tabla 1 HIDRODINAMIC

Radios y longitud del pozo inyector de vapor	Medidas
Longitud del pozo	1600 ft
Radio exterior del tubo	0.104167 ft
Radio interior del tubo	0.0885 ft

Tabla 2 YACIMIENTO

Propiedades del Yacimiento	Medidas
presión	250 Psia
Calidad de vapor	0.8
Flujo másico	4850 lbm/hr

Tabla 3 TERMIC

Características del pozo productor de vapor	Medidas
Radio de la superficie exterior del aislamiento	0.0 ft
Radio dentro del caising	0.166667 ft
Cementación /formación radio de la interfaz	0.6 ft
Radio exterior del caising	0.1875 ft
Temperatura inicial de la formación	50°F
Conductividad térmica de la tubería	240.7 (Btu/ft hr °F)
Conductividad térmica de aislamiento	0.104 (ft)
Conductividad térmica revestimiento	240.7 (Btu/ft hr °F)
Conductividad térmica de la cementación	0.2 (Btu/ft hr °F)
Conductividad térmica de la roca	5e-4 (Btu/ft hr °F)

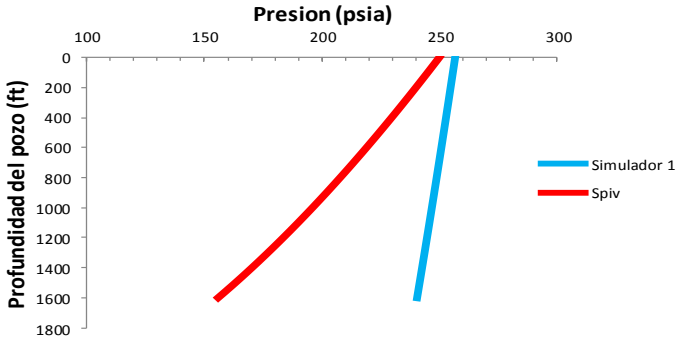
A continuación se muestran las propiedades como parámetros, valores y unidades a las que se introdujeron los datos al simulador 1. Se hicieron varias pruebas con los dos simuladores los cuales nos dieron resultados favorables para su estudio y poder comparar cuál de ellos es más aproximado a predecir las pérdidas de energía

Tabla 4. Características del pozo inyector de vapor en Simulador 1.

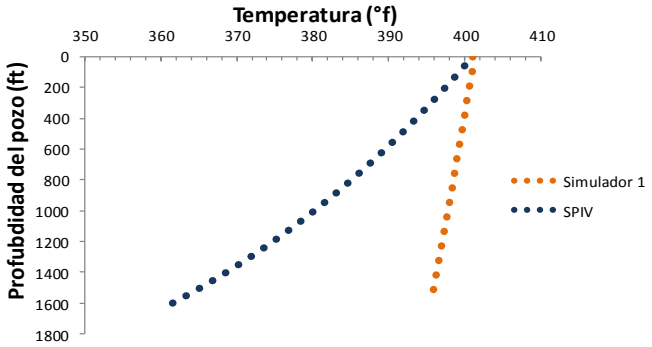
PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Profundidad del Yacimiento	1600	(ft)
Longitud real del agujero	1600	(ft)
Longitud real del tubo de revestimiento	1600	(ft)
Número real que especifica el radio interior de la tubería de producción (m/pies/cm)	0.08850	(ft)
Número real que especifica el radio exterior de la tubería de producción	0.104167	(ft)
Número real que especifica el radio de aislamiento (m/pies/cm)	0.104	(ft)
Número real que especifica el radio interior de revestimiento	0.166667	(ft)
Número real que especifica el radio exterior de revestimiento	0.187500	(ft)
Número real que especifica el radio del agujero	0.600000	(ft)
Conductividad térmica de la pared de la tubería de producción	200.05	(Btu/(ft*day*f))
Conductividad térmica del aislamiento	1.2	(Btu/(ft*day*f))
Conductividad térmica de la tubería de revestimiento	240.7	(Btu/(ft*day*f))
Conductividad térmica del cementación	0.2	(Btu/(ft*day*f))
Conductividad térmica de la formación alrededor del agujero	240.7	(Btu/(ft*day*f))
Capacidad térmica volumétrica de la formación alrededor del agujero	35	(Btu/(ft3*F))
Temperatura de Formación	77	(F)

Resultados
Caso 1

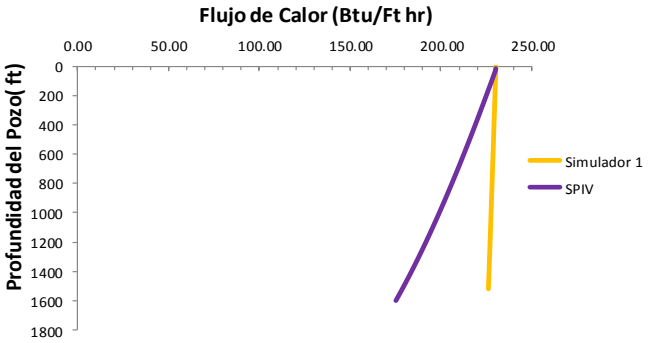
250(psia)
400°F
W230
Vapor 0.8



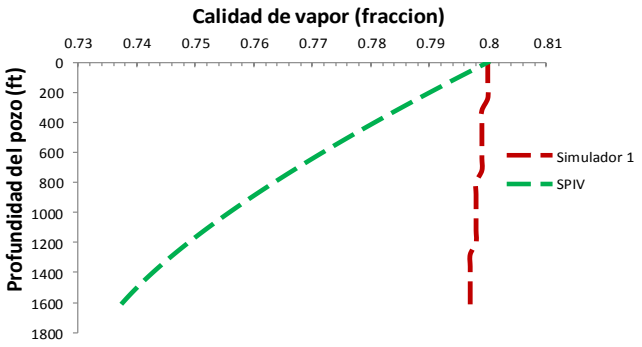
Perfil de presión para un periodo de inyección de 500 horas.



Perfil de Temperatura para un periodo de inyección de 500 horas.

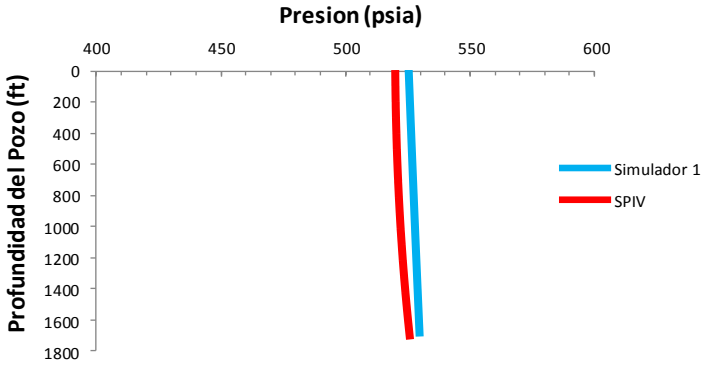


Perfil de flujo de calor para un periodo de inyección de 500 horas.

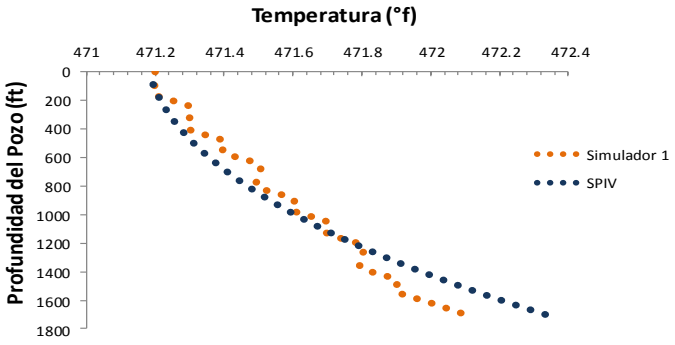


Perfil de calidad del vapor para un periodo de inyección de 500 horas.

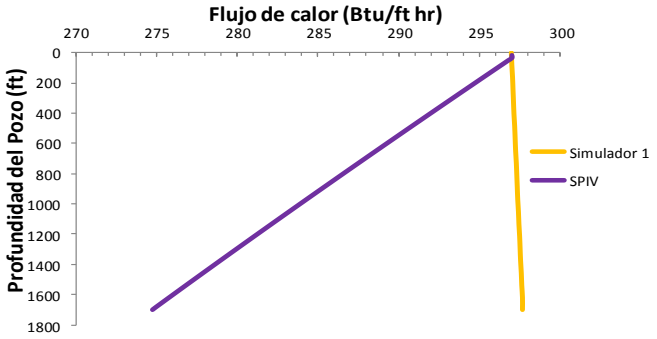
Resultados
Caso 2
520(psia)
470°F
W297
Vapor 0.8



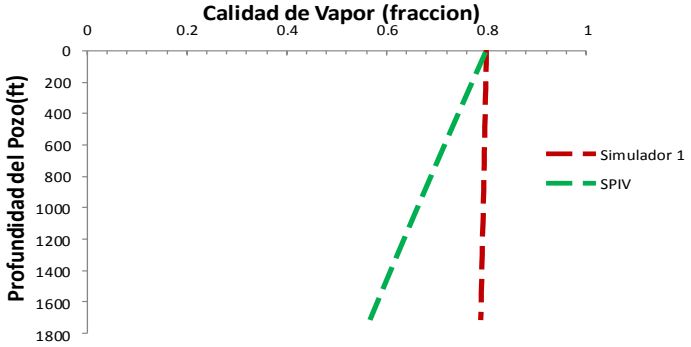
Perfil de presión para un periodo de inyección de 500 horas



Perfil de Temperatura para un periodo de inyección de 500 horas.



Perfil de flujo de calor para un periodo de inyección de 500 horas



Perfil de calidad del vapor para un periodo de inyección de 500 horas.

Conclusiones

Los resultados despues de varias puebas, con los dos simuladores son las siguientes

1.- Para un período de inyección de vapor de 500 hrs los cambios en la transferencia de energía de la tubería de inyección hacia la formación resultan no significativos

2.- Los cambios en los perfiles de presión, temperatura y calidad de la mezcla agua-vapor resultan despreciables.

3.- el sistema ha alcanzado el estado permanente.

4.- La tabla hidráulica es generada para periodos de inyección de vapor de forma continua, modelando distintas combinaciones de presión, calidad de la mezcla agua-vapor y flujo másico de entrada en el sistema.

Comprobando los resultados del Simulador 1 comercial y el SPIV se obtiene las graficas de una manera aceptable. De tal manera que el software es el que sobresale en este estudio es el SPIV ya que sus resultados son más cercanos al modelo de M.Bahonar, J. Azaiez y Z. Chen

Referencias

1. Carcoana,Aurel. *Aplied enchanced oil recovery/Aurel Carcoana*. ISBN 0-13-044272-0. TN871.37.C37 1991 622´.33827-dc20 Editorial Prentice-Hall,Inc. 1992.
2. John H. Lienhart IV/John H. Lienhard V. *A heat transfer textbook third edition.* Cambridge,Massachusetts U.S.A. Junio 5,2004.
3. |John Wiley and Sons.*The Petroleum Well Construction.* Edicion Duncan, Oklahoma July 2, 1997.U.S.A.
4. Victor L.Streeter/E.Benjamin Wylie. *Mecanica de fluidos (Octava edicion)* Editorial Mcgraw-hill,inc.,U.S.A. ISBN 0-07-062242-6 Septiembre de 1997
5. R.B.Bird,W.E.Stewart,E.N.Lighfoot. Fenomenos de trasporte.Departamento de ingenieria quimica de la universiddad de wisconsin,Editorial Reverte,S.A.1992.
6. M.Bahonar, J.Azaiez, and Z.Chen, *A semi-Unsteady-State Wellbore Steam/Water Flow Model for Prediction of Sandface Conditions in Steam Injection Wells.* Paper SPE 2009-005 presented at the Canadian International Petroleum Conference (C.I.P.C), Calgary, Alberta, Canada, June 16-18. doi: 10.2118/2009-005., 2009. 49(9).
7. Chen, N.H., *An explicit equation for friction factor in pipe* Eng. Chem. Fundam, 1979. 18(3): p. 296.
8. J.P.Fontanilla and K.Aziz, *Prediction of Bottom-Hole Conditions for Wet Steam Injection Wells.* Journal of Canadian Petroleum Technology, 1982. 21(2): p. 82-88.
9. Hasan, A.R. and C.S. Kabir, *A Simple Model for Annular Two-Phase Flow in Wellbores.* SPE Journal of Petroleum Technology, 2005: p. 1-9.
10. Pratt, R.M., *Thermodinamyc Properties Involving Derivatives - Using the Peng-Robinson Equation of State.* Chemical Engineering Education, 2001: p. 112-115.

IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE TEMPERATURA TIPO PI MEDIANTE EL MÓDULO LÓGICO UNIVERSAL LOGO! SIEMENS OB5

A. J. Martínez Mata, J. A. Sánchez Moreno , M. A. Chagolla Gaona, A. Olarte Paredes, J. Riquelme Arizmendi, J. Efraín Ruiz Ramírez

Instituto Tecnológico de Zacatepec /Departamento de Metal Mecánica / Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, México C.P.62780- *ajavier.mm@itzacatepec.edu.mx*, *adrian_2409@hotmail.com*, *chagolla@itzacatepec.edu.mx* ,*alfredo.op@itzacatepec.edu.mx*, *jorgeli.ra@itzacatepec.edu.mx*, *jose.rr@itzacatepec.edu.mx*.

***Área de participación**: AHORRO DE ENERGÍA*

Resumen – En el presente trabajo se aplica la teoría de un Sistema de Control tipo *PI* (Proporcional Integral), para regular la temperatura de una placa metálica. El algoritmo de control se implementó con el software *LOGO! Soft Comfort V7.* Los datos de temperatura de referencia y de control es ingresan a través de las entradas I_7 e I_8, las cuales son de tipo analógico. El sensor empleado fue un termopar de tipo K. Para acondicionar la señal de temperatura se empleó el circuito integrado AD597.

Introducción

En México, en el último año; debido a la reforma energética, se han detectado áreas de mejora, principalmente, en algunos sectores productivos (microempresa). Por mencionar el caso de una de ellas, es el uso eficiente de la energía eléctrica [1]. En la elaboración de alimentos, por ejemplo se requieren elevar la temperatura a un cierto valor. Para lograr su objetivo los productores emplean resistencias, esto es por su bajo costo y facilidad para adquirir un reemplazo. Sin embargo, estos elementos disipan grandes cantidades de energía eléctrica. Aunado a esto, los operadores conectan y desconectan las resistencias de forma manual desperdiciando e incrementando el consumo energético. Por otra parte, la temperatura no siempre es constante, lo cual no es recomendado [2-3]. .

En este artículo se presenta una alternativa para el calentamiento automatizado de un sistema, basado en un Módulo Lógico Universal (ULM, una gama más pequeña que los Programadores Lógicos Programables (PLC). Los PLCs son computadoras diseñadas para trabajar en ambientes industriales con la finalidad de controlar una amplia gama de procesos productivos [4-5]. La ventaja de los ULM es que son de menor costo, a diferencia de los PLC. Aunque, tiene funciones más limitadas. En este trabajo se presentara la explicación de la propuesta de la solución, el modo de operación, el algoritmo de control y los resultados experimentales.

Descripción de la propuesta

En esta sección se describirá la propuesta para implementar el control de temperatura. La figura 1 muestra el esquema general de funcionamiento. Donde la fuente de voltaje V_s representa la tensión de línea, R_L es la resistencia que eleva la temperatura de la placa (Figura 2). S_1, es el interruptor electrónico que controlará el flujo de corriente de la carga. V_G, es la señal digital de control para la compuerta del interruptor.
Dado que la resistencia consume una potencia de $800W$ a tensión plena, la corriente que circula en la resistencia tiene un valor de:

$$i = \frac{P}{Vs} = \frac{800W}{127Vrms} = 6.3\ A\ rms \qquad (1)$$

El valor de corriente de la ecuación (1) debe considerarse al momento de dimensionar el interruptor de potencia.

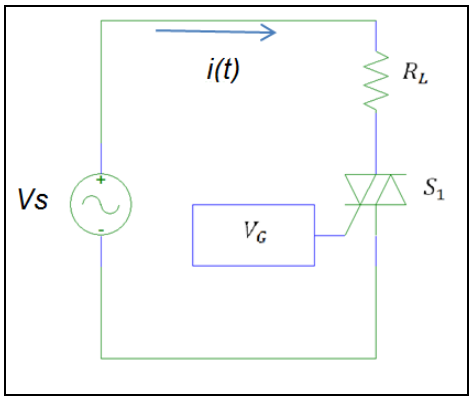


Fig. 1 Circuito simplificado del control de la resistencia

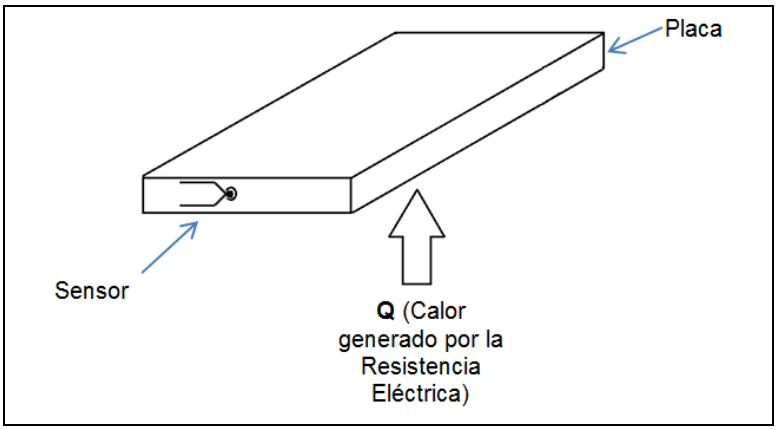


Fig. 2 Planta a controlar.

De acuerdo con la Figura 1 la idea principal es implementar un circuito de control basado en la técnica de Modulación del Ancho de Pulso (Pulse Wide Modulation, PWM). De esta forma una vez que se ha alcanzado el valor de temperatura se evite un calentamiento excesivo. La Figura 3 señala que una vez que se hayan medido las temperaturas de referencia (T_{ref}) y de la placa (T_{med}), la salida del bloque restador enviará la señal al controlador PI. El controlador PI evaluará el error y ajustara de acuerdo con éste. La salida del bloque del PI se comparará con una señal de rampa. La salida del comparador será la señal V_G, es decir la variable de control del interruptor S_1. El limitador se encarga de disminuir el error y evitará que el sistema sea inestable. Dado que el modelo *OB5* no posee un bloque PWM está es una aportación adicional del artículo presentado.

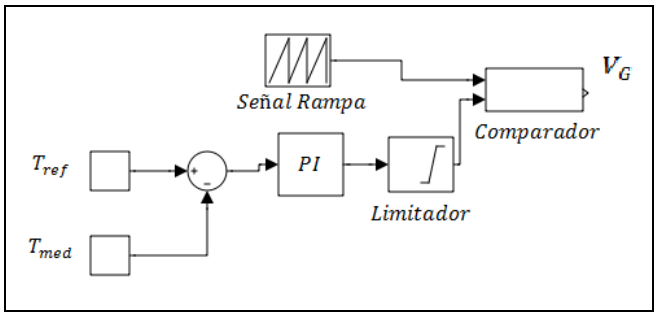


Fig 3. Diagrama a bloques del algoritmo de control.

La Figura 4 muestra las señales de control, la señal rampa se compara con la señal de salida del controlador PI para obtener la señal de control V_G. Cabe señalar que la Figura 4 es una representación simulada de las señales.

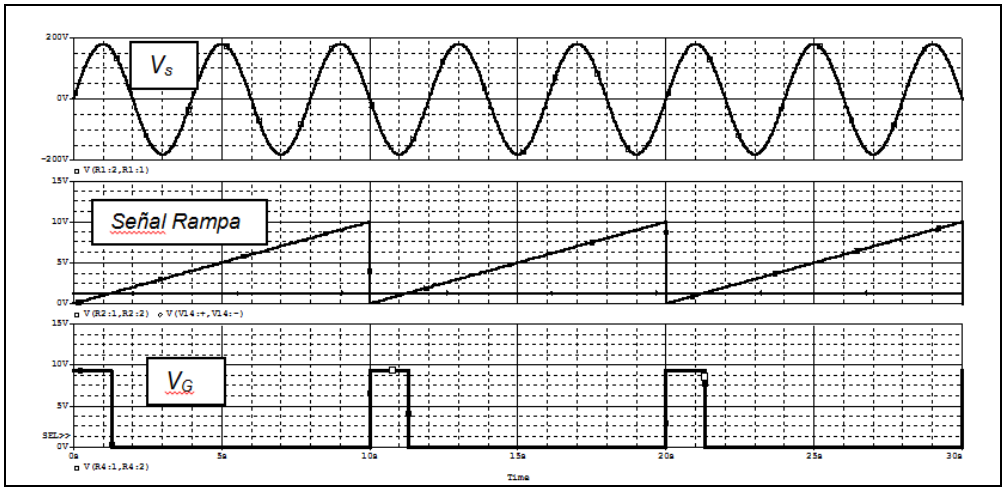


Fig 4. Simulación de las señales de Control: Señal de línea (V_S), Señal Rampa y Señal de control del Tiristor (V_G)

Sección experimental

La Figura 5 presenta la imagen del sistema Físico del equipo de prueba. Para la programación del Autómata se empleó una Laptop marca Toshiba L855D con procesador A6, sistema operativo Windows 8.1; el modulo lógico LOGO! Siemens OB5 [6]; una placa de fierro de 75 mm de ancho, 130 mm de largo; 20mm de espesor; Osciloscopio Tektronix TDS2022B. Un termopar Tipo K, Una resistencia para generar calor de 800W. Se empleó el circuito integrado AD597 para amplificar la señal del Termopar.

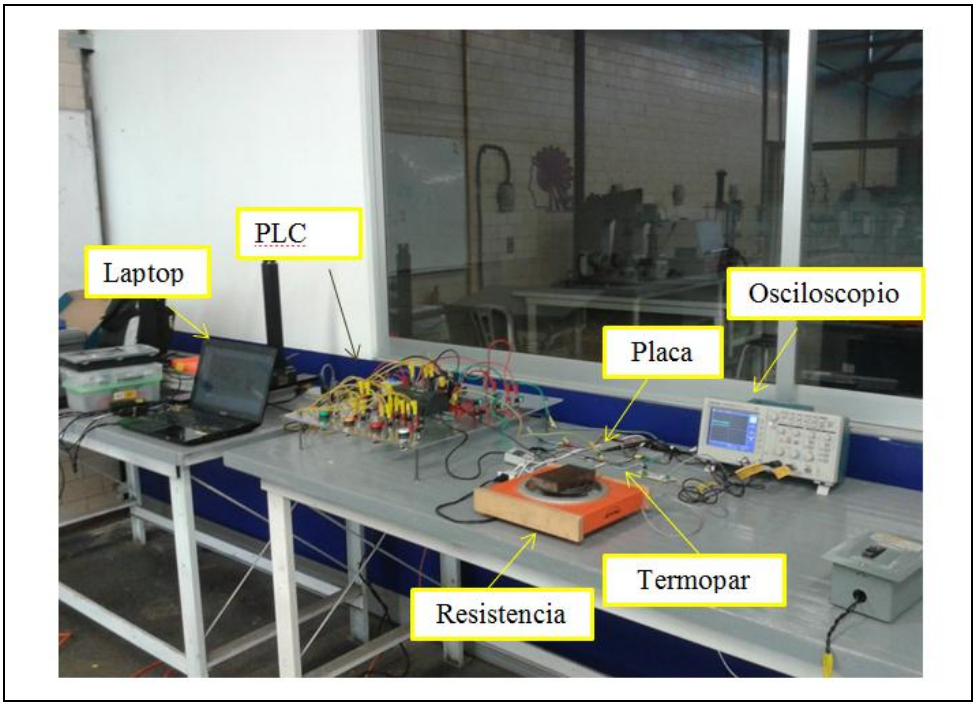


Fig. 5 Equipo de pruebas experimentales

La Figura 6 muestra el programa elaborado en el software *LOGO! Soft Comfort V7.* Consta los siguientes elementos: Botón de arranque y paro (I_1 e I_2), Elaboración de rampa (*B002*), Controlador PI (*B005*) y Comparador (B007), dos entradas analógicas I_7 e I_8, una salida digital para el control del TRIAC, Q_4 (señal V_G) y tres salidas digitales Q_1, Q_2, y Q_3 para el control de lámparas indicadoras de tipo LED para indicar el nivel de temperatura.

La Figura 7 presenta la respuesta de función de transferencia del sistema para un escalón de entrada. La salida del sistema (Temperatura de la placa) comienza en 28° C (temperatura ambiente) y la temperatura se incrementa hasta 100° C, en ese momento la entrada se hace cero. Puede observarse que la temperatura continúa elevándose debido al gradiente térmico, y puede llegar hasta los 150° C o más. Este aspecto es interesante en sistemas térmicos y debe considerarse al momento de diseñar el control de temperatura. Para evitar inestabilidades del sistema.

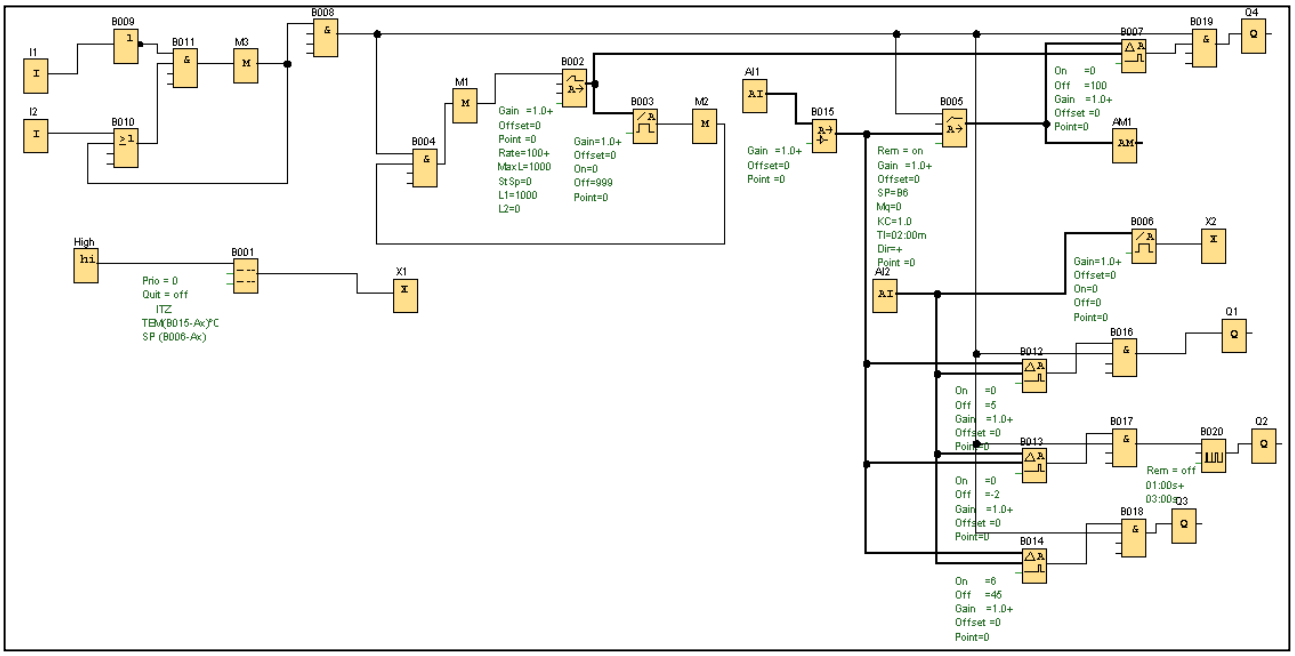


Fig 6. Diagrama de Bloques Funcionales (Funtion Block Diagram, FBD)

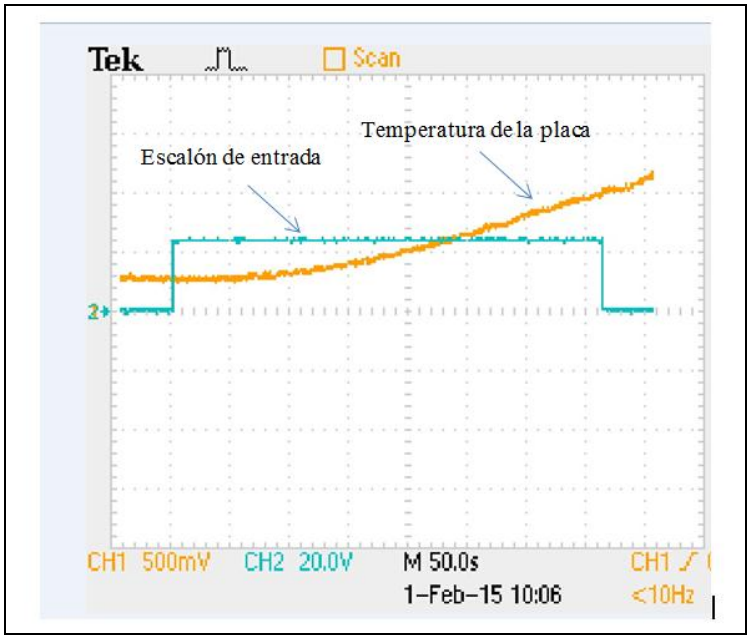


Fig. 7.- Respuesta al escalón. Temperatura inicial 28°C.
Temperatura sin entrada de excitación 100°C. Prueba experimental

Una vez conocida la respuesta de la planta. El siguiente paso es identificar el modelo de la planta y posteriormente sintonizar los parámetros del controlador PI [7-8]. En este caso para fines prácticos se utilizaron los parámetros que proporciona el fabricante para lograr un calentamiento lento. Se eligió lento, para evitar un sobre impulso muy elevado. Los valores del controlador son: $Proporcional\ (Kc = 1.0)$ y el $Integrador\ (Ti = 02{:}00\ min{:}s)$.

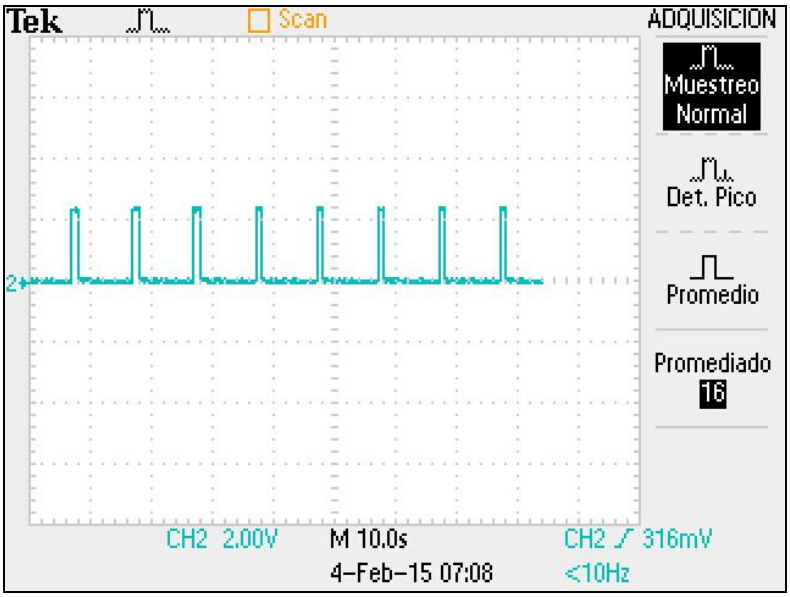


Fig. 8.- Medición de la señal de control $V_{G..}$ Prueba experimental

La Figura 8 muestra la señal de control VG, en la cual puede observarse la modulación de anchura de pulso (PWM).

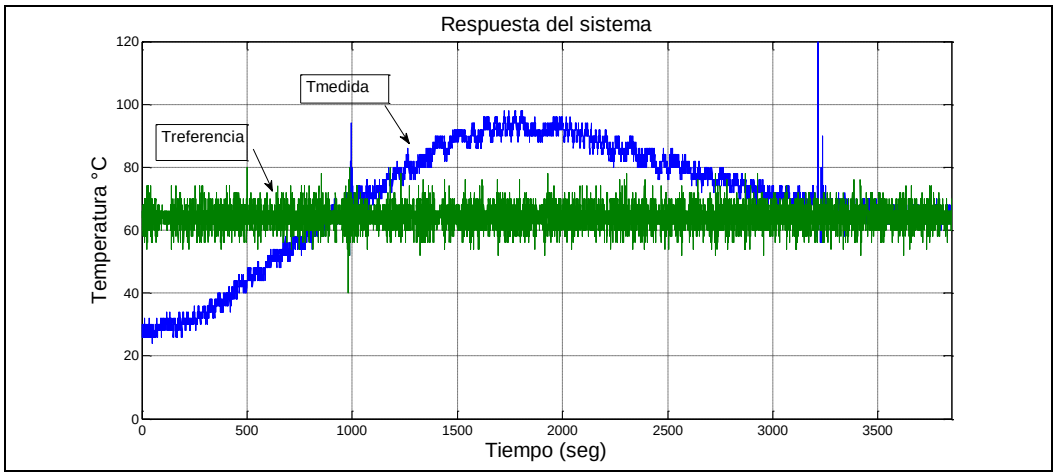
Resultados y Discusión

La Figura 9(a) muestra la respuesta del control cuando se selecciona una temperatura de referencia de 60°C. El sobre impulso alcanzado es de 90°C y el tiempo en alcanzar la referencia es aprox. 1000 segundos. El tiempo del sobre impulso es de aprox 2000 segundos. Posteriormente el sistema se estabiliza.

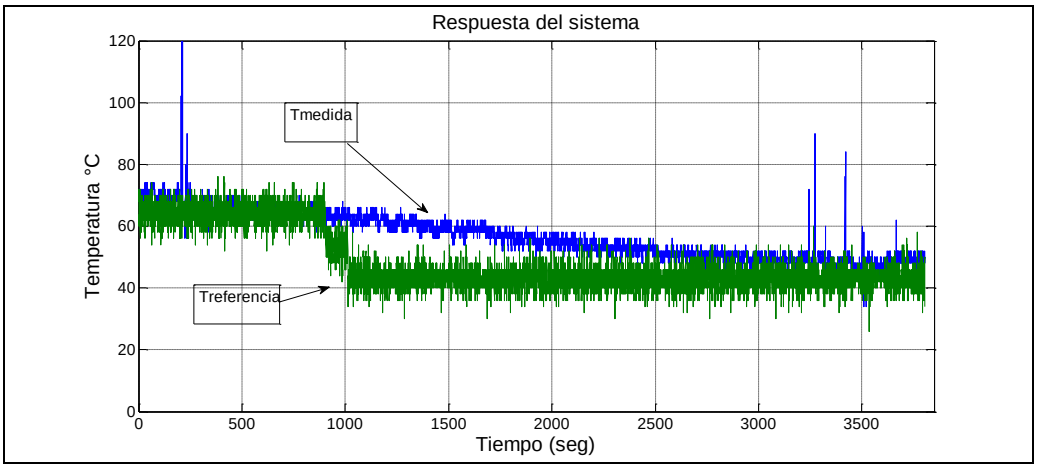
La Figura 9(b) presenta un cambio en el valor de la señal de referencia a 40° C. Se observa el descenso en la temperatura de 60° C a 40° C. El tiempo de enfriamiento de la pieza es de aproximadamente 2500 segundos. Cabe señalar que se empleó refrigeración natural y dadas las dimensiones de la pieza y del material usado, esto justifica la demora en el enfriamiento.

Otra prueba aplicada al controlador fue cambiar la referencia de 40° C a 70° C. Los resultados muestran un sobre impulso de 95° C y el tiempo en alcanzar la referencia es de 700 segundos aproximadamente 1600 segundos. Después el sistema se estabiliza Figura 9(c).

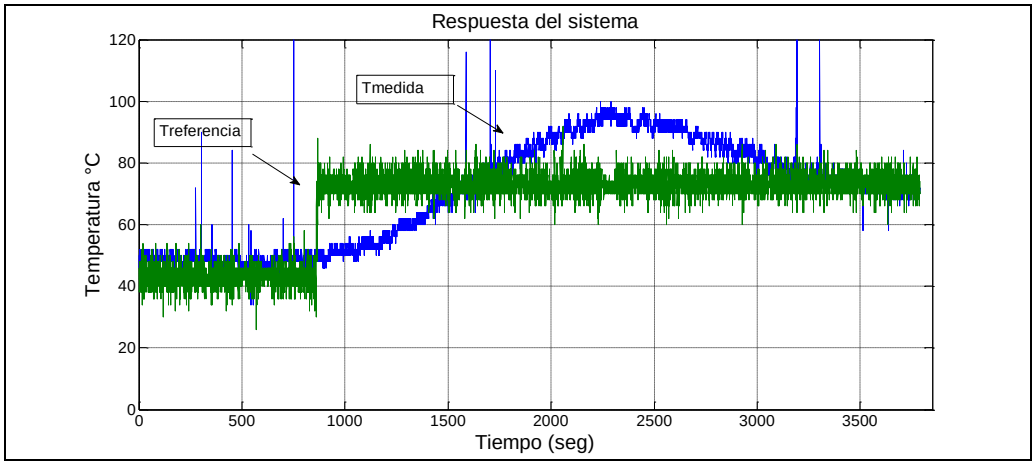
De acuerdo con las pruebas la temperatura minima soportada es de 40°C.



(a)



(b)



(c)

Figura 9.- Respuesta del sistema de control a diversos cambios en el setpoint
(a) 60 °C , (b) 40°C , (c) 70°C

Conclusiones

En este artículo se expuso la metodología para implementar un sistema de calentamiento mediante una resistencia eléctrica convencional. Sin embargo, se presenta una alternativa para ahorrar energía eléctrica mediante la aplicación de la teoría del control. El algoritmo de control propuesto es el tipo *PI* y se implementó en el Módulo Lógico LOGO! Siemens *OB5*.

Una prueba realizada en lazo abierto, mostró que al llegar a la temperatura de referencia (setpoint) y apagar el sistema. La temperatura aumenta debido a la inercia del gradiente de temperatura. Para resolver esta problemática se propone hacer una modulación por anchura de pulsos (PWM) de esta forma el voltaje promedio aplicado será inferior al nominal y así se evitara un sobreimpulso en la respuesta del sistema. El módulo (*OB5*) no cuenta con librerías de PWM, pero se implementaron mediante software, lo cual es una aportación adicional de este trabajo.

Por otra parte el sistema de control fue sometido a diversas referencias de temperatura (60 °C, 40 °C y 75° C) y a diversas perturbaciones y pudo comprobarse la robustez del sistema de control. El tiempo de respuesta es de aproximadamente 2000 segundos.

La parrilla tiene una potencia nominal de 800W, con la implementación de este dispositivo, al obtener una temperatura de 70 °C, se reduce el consume ha 120W. Con lo cual se tendría un ahorro de energía del 85% de energía eléctrica, para un uso continuo.

Por último, la idea principal de este proyecto es fomentar el uso de la automatización para elevar la productividad y la eficiencia en la microindustria; lo

que contribuiría a la reducción de las tarifas eléctricas y el uso adecuado de la energía convencional.

Agradecimientos

Un agradecimiento a los directivos y administrativos del Instituto Tecnológico de Zacatepec por su apoyo incondicional en la elaboración de este proyecto.

Al Dr. Omar Christian Benítez Centeno, al Ing. Rigoberto Silva Martínez y al Ing. Félix Alberto Bahena Luna por sus valiosas sugerencias en la elaboración y redacción de este artículo.

Referencias

1. http://www.energia.gob.mx/
2. Wenlian Li, Qianqian Luo ; Zhengpeng Li ; Yang Li ***"The Design and Implementation of a Low Cost Temperature Control System for Agriculture Greenhouses"***, ICEET '09. International Conference on Energy and Environment Technology, 2009, Vol 1, pp 399 – 401.
3. Soumya, A.S; Purushothama, G.K***. "Case study of hysteresis and pi control as applied to engine coolant temperature control and proposal of a combination control logic"*** International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), 2012, pp 489 – 494.
4. Luis D. Murillo, ***"Redes de Petri: Modelado e implementación de algoritmos para autómatas programables"***, Dialnet, 2008, Vol 21, No. 4, pp. 102-125.
5. M. Carmen Meizoso López; Andrés J. Piñón Pazos; Ramón F. García ***"Implementación de Modelos de Sistemas Físicos mediante Autómatas Programables y Circuitos Analógicos",*** Jornadas de Automática, 2002.
6. www.siemens.com
7. Michael A. Johnson and Mohammad H.Muradi, ***"PID Control, New Identification and Design Methods"***, Springer.
8. Katsuhiko Ogata, "Modern Control Engineering", 5ta. ed. Prentice Hall

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL LABORATORIO DE ING. MECÁNICA DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE ZACATEPEC.

Dr. M.A. Chagolla[1], Ing. S. Montes[1], M.C J.A. Mata[1], Ing. A. Carmona[1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec – chagolla@itzacatepec.edu.mx , silvestre_montes89@hotmail.com, arjamata@hotmail.com*

***Área de participación**: Termofluidos y Energía*

Resumen

En este trabajo se describe el proceso de la instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico, destinado a suministrar energía eléctrica para el alumbrado del taller mecánico en el Instituto Tecnológico de Zacatepec; se detallan las condiciones de operación de los paneles solares los diagramas esquemático y de bloques del sistema, así como también dispositivos para el de registro de datos.

Introducción

Los sistemas económicos y sociales han evolucionado a través del tiempo logrando ser cada vez más complejos. Esta transformación algunas veces ha sucedido de manera paulatina; mientras que en otras ha sido abrupta y discontinua. Nuestra actual organización económica y social tiene sus cimientos en el modo de producción capitalista, que es la forma estructural prevaleciente, apoyado por el conocimiento técnico y científico generado en los inicios de la Revolución Industrial.

En el siglo XVIII y bajo la percepción cultural de aquel entonces, el mundo era visto como inagotable, los recursos naturales estaban a disposición del Hombre para ser usados a su libre albedrío. La “domesticación” de la energía, basada en los estudios y descubrimientos técnicos y científicos de la época, permitió que poco a poco la intensidad en el uso de los recursos naturales aumentara considerablemente para la segunda mitad del siglo XX. A esto podemos sumarle la percepción de que el planeta Tierra era capaz de recibir, sin detrimento, los desechos generados de la explotación de los recursos naturales, fuesen renovables o no renovables. Ahora la creencia de que el planeta tiene una capacidad infinita se ha modificado sustancialmente y aunque no se ha generalizado del todo, sabemos que la actividad humana es capaz de generar un impacto ambiental considerable.

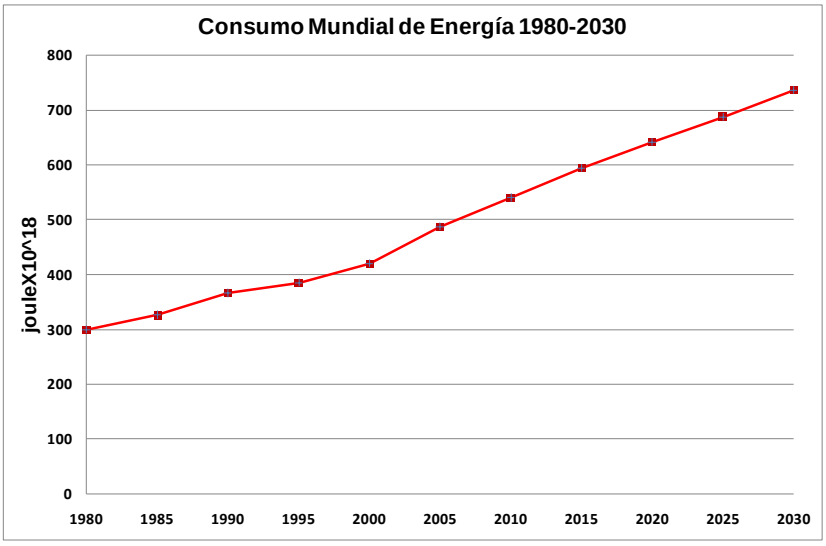
La producción de gases de efecto invernadero, y el calor generado por los procesos de transformación de energía han alterado la temperatura de la atmosfera, nuestro planeta está siendo calentado en concentraciones tan elevadas que no se habían observado durante el tiempo de la civilización humana y en

niveles no vistos sobre el planeta en millones de años y todo en un siglo, o sea en un "abrir y cerrar de ojos" geológico. La rapidez del índice de cambio de clima, nos dará poco tiempo para adaptar nuestros sistemas ecológicos y socioeconómicos, por lo que podrá haber un gran potencial de sorpresas o eventos imprevistos. Dado el retraso a largo plazo entre la causa y el efecto y entre el efecto y el remedio. Una manera prudente de actuar seria disminuir el índice del cambio. Investigando ahora como proteger el clima del planeta, permitiremos a las futuras generaciones vivir en un mundo que no sea alterado dramáticamente por un aumento del efecto invernadero.

En algunos estudios sobre el tema del gran consumo energético se considera que las causas principales son: el crecimiento de la población en forma exponencial en el siglo XX, el desarrollo industrial, la urbanización, y el bajo rendimiento en los procesos de transformación de energía; los efectos se manifiestan principalmente por dos grandes factores que están alterando a los actuales sistemas humanos y ecológicos: los grandes niveles de contaminación que afectan el clima, produciendo el calentamiento global y el inminente agotamiento de los hidrocarburos [Justi, E., 1985].

A pesar de que ya se presentan señales muy claras del daño a los sistemas ecológicos, se estima que seguirá creciendo la demanda de hidrocarburos y en consecuencia el aumento de partículas contaminantes y generación del calor residual en los procesos de transformación de energía, según estudios de la Oficina de Vigilancia de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos en 1995 se depositaban en la atmósfera 6,460,000,000 de toneladas de bióxido de carbono; se estima que para el año 2035 esta cantidad aumentará a 11,710,000,000 de toneladas [Office of Science and Technology Policy, 1997]; la población a nivel mundial también sigue en aumento, de acuerdo a proyecciones de naciones unidas, el número de habitantes pasará de los actuales 6 mil millones a 7.4 mil millones en el 2020. Aunque el mayor consumo energético es en los países desarrollados, por ejemplo, Estados Unidos consume el 25% de la energía mundial (con una participación de la productividad del 22% y con un 5% de la población mundial). Aunque muchas soluciones han sido propuestas, no se han implementado (banco mundial 1996).

Para satisfacer el ritmo de crecimiento la producción de todas las fuentes energéticas tendrá un aumento significativo; el consumo mundial de energía pasará de los 6,000 Mtep anuales de consumo actual a más de 10,000 Mtep para el año 2025. La proporción demandada de energía global correspondiente al mundo en desarrollo será cada vez mayor, y menor la de los países desarrollados. Las energías renovables por su parte tendrán también un crecimiento importante. Sin embargo Latinoamérica está, en estas proyecciones entre los sectores de menor crecimiento esperado en el uso de energías alternativas [International Energy Agency (IEA), 2006].



Gráfica 1. Proyecciones del consumo mundial de energía
[International Energy Agency (IEA), 2008].

Con base en lo anteriormente expuesto creemos que es nuestro deber coadyuvar para lograr que la economía y el cuidado al medio ambiente se interrelacionen en la toma de decisiones, sin sacrificar el equilibrio de la naturaleza en búsqueda de un desarrollo mal entendido, o anteponer fines económicos, políticos o tecnológicos, a los derechos prioritarios de vida en el planeta, con esto nos referimos a un "desarrollo sustentable y equilibrado". En el presente trabajo se proponen medidas de "Ahorro y eficiencia energética", las cuales constituyen una medida favorable; ya que reconcilian los objetivos simultáneos de desarrollo y protección ambiental. Ahorro y eficiencia de energía también implican ahorro de capital y disminución de emisión de contaminantes al medio ambiente

Fundamento Teórico

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

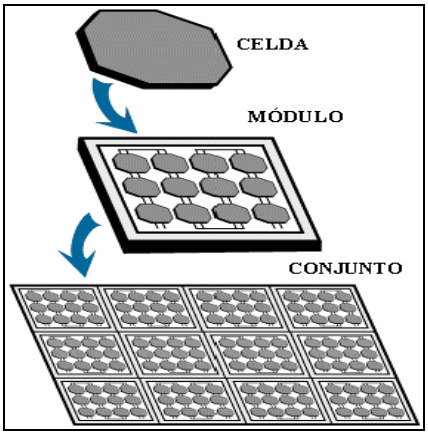


Figura 2. Elementos de un panel y un conjunto fotovoltaico.

Una célula fotoeléctrica, también llamada célula, fotocélula o célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotovoltaico.
Una celda solar produce electricidad cuando el sol la ilumina. Las celdas solares de silicio constan de dos o más capas, que están lubricadas con químicos especiales para tener cargas opuestas (positivas y negativas).
Cuando los fotones de la luz solar tocan la superficie de la celda, se liberan electrones en el silicio. Estos quieren retornar a su fuente, es decir, volver a la celda, y el camino que les permite hacerlo es una malla de alambre en la superficie de la celda. [Javier M. 2014 (1ª edición)]

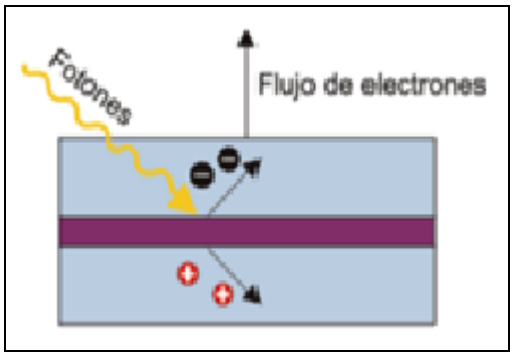


Figura 3. Efecto fotovoltaico, se muestra como los fotones de la luz solar tocan la superficie de la celda y como reacción se liberan electrones en el silicio.

Debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares e instalaciones fotovoltaicas ha avanzado considerablemente en los últimos años. Según la EPIA (European Photovoltaic Industry Association) entre los años 2001 y 2012 se ha producido un crecimiento exponencial de la producción de energía fotovoltaica, doblándose aproximadamente cada dos años. La potencia total fotovoltaica instalada en el mundo (conectada a red) ascendía a 7,6 GW en 2007, 16 GW en 2008, 23 GW en 2009, 40 GW en 2010, 70 GW en 2011 y 100 GW en 2012. A finales de 2013, se habían instalado en todo

el mundo cerca de 140 GW de potencia fotovoltaica [European Photovoltaic Industry Association (EPIA) 2015].
Gracias a ello la energía solar fotovoltaica se ha convertido en la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global, después de las energías hidroeléctrica y eólica.
Los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, tienen como objetivo principal maximizar anualmente la producción de energía eléctrica que es suministrada a la red. Estos sistemas están formados por los siguientes componentes, como se muestra en la Figura 4.
Panel o conjunto fotovoltaico
Inversor de corriente
Demanda o consumo eléctrico o la red eléctrica.

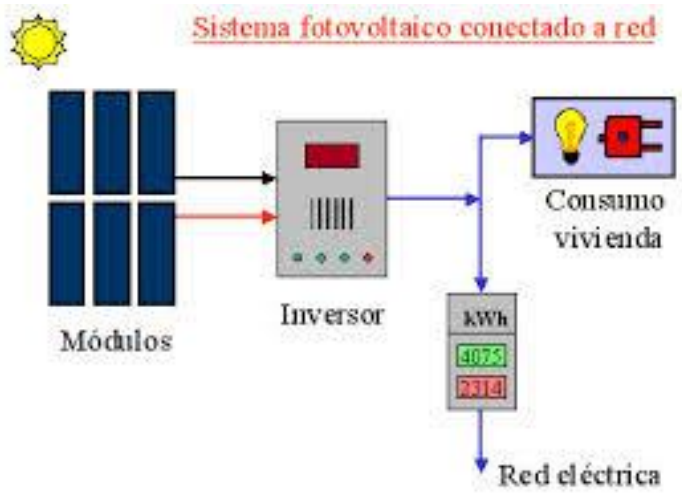


Figura 4. Ejemplo esquemático de un sistema interconectado a la red.

Estos sistemas son conectados a la red, no nesecitan un sistema de almacenamiento. Si la generación es mayor a la demanda se envía a la red, pero si la generación es menor a la demanda, el faltante se obtiene de la red. Esto se logra con la intervención de un medidor bidireccional.
Se requiere un inversor de interconexión (sincronizado a la red) para convertir la corriente directa que producen los paneles a corriente alterna, que es la forma más común en que se utiliza, ya sea en voltajes de 110 VCA o 220 VCA, y que además cuenten con un mecanismo electrónico, que automáticamente sincronice su frecuencia con la de la red [Fronius México].

Figura 5. Inversor marca Fronius modelo IG Plus V 3.0

Para el mantenimiento del sistema fotovoltaico es recomendable hacer por lo menos 3 revisiones periódicas en un sistema fotovoltaico por año, así se pueden detectar y corregir pequeños problemas, antes que lleven a una falla total en la operación del sistema, por esto se dice que el mantenimiento preventivo es el mejor mantenimiento.
Es indispensable revisar el sistema cuando está funcionando correctamente y no esperar a que la falla ocurra, es importante aprender del equipo y saber que se espera de él cuando está funcionando correctamente, de hecho se puede hacer la mayor parte de la revisión, con un multímetro y algo de sentido común.
Muchas fallas son evitables si se hacen inspecciones y se toman acciones correctivas antes que el problema cause fallas en la operación del sistema.

Desarrollo

Se instalaron 12 módulos conectados en serie marca SOLARTEC modelo S60MC-250W. Este módulo monocristalino de 60 celdas solares, tiene una eficiencia del 15.37%, sus medidas son 1640 mm de largo X 992 mm de ancho, lo cual resulta un área de utilización de 1.62 m^2 por cada panel. Cada módulo genera 250 W de potencia pico, como están conectados en serie, se necesita de un inversor de 3000Wp.

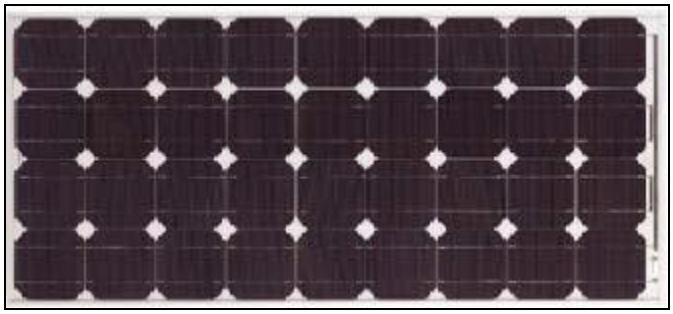


Figura 6. Célula de silicio monocristalino.

A la salida del conjunto fotovoltaico se obtiene corriente directa, por lo que se necesita de un inversor para convertirla a corriente alterna y así poder suministrar la potencia a la red. Por lo cual se utilizó un inversor marca Fronius modelo IG Plus V 3.0. Los voltajes mínimo y máximo de operación son de 230 a 500 V respectivamente con un eficiencia del 96.2%, factor de potencia 1 y una frecuencia de 60 Hz.

Figura 7. Inversor marca Fronius modelo IG Plus 3.0

El sistema fotovoltaico está instalado en el techo del edificio “J” utilizado como laboratorio de física, situado frente al laboratorio de ingeniería mecánica del área metal-mecánica.

La instalación fotovoltaica ocupa una superficie de 25.6 m^2 (16 m. de largo x 1.6 m. de ancho). La orientación de los módulos fotovoltaicos es mirando completamente hacia el sur por lo que la desviación azimutal es de 0° respecto al sur. La inclinación de los módulos fotovoltaicos respecto a la horizontal es de 25° [Miquel C. 2012].

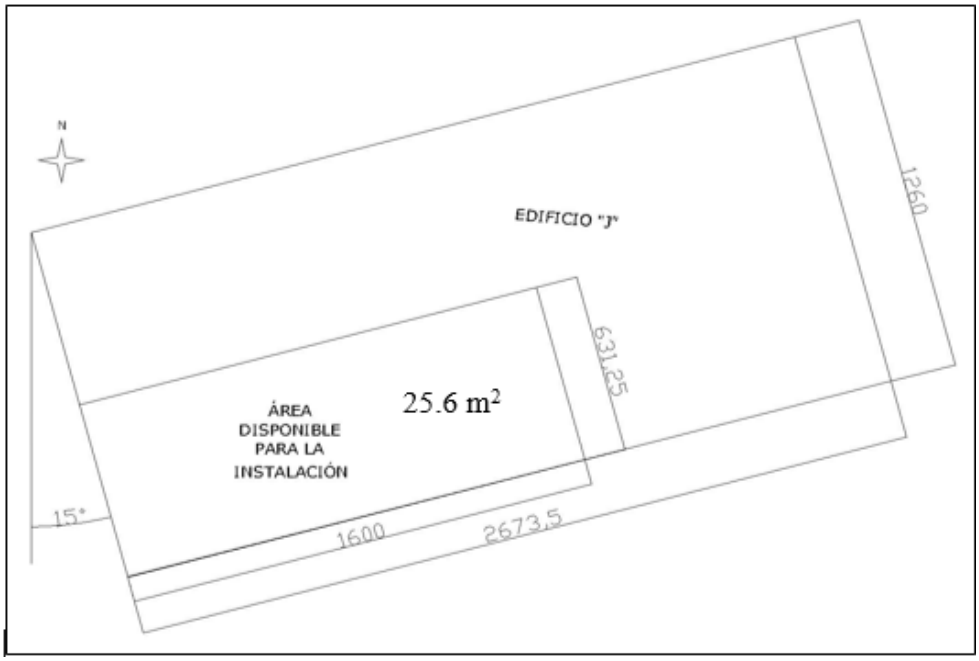


Figura 8. Diagrama de planta con medidas para ver espacio disponible.

Se utilizó un software para hacer una simulación del área donde se instaló el sistema fotovoltaico, con la finalidad de visualizar el sistema y verificar que no hubiese elementos que hicieran disminuir el rendimiento del sistema fotovoltaico o incluso poder dañarlo.

Figura 9. Simulación del sistema fotovoltaico instalado.

En el diagrama de la Figura 10, se muestran en bloques, los principales componentes del sistema, este arreglo fotovoltaico e interconectado a la red utilizará un inversor de 3 KW para 12 módulos de 250 W cada uno, conectados en serie.

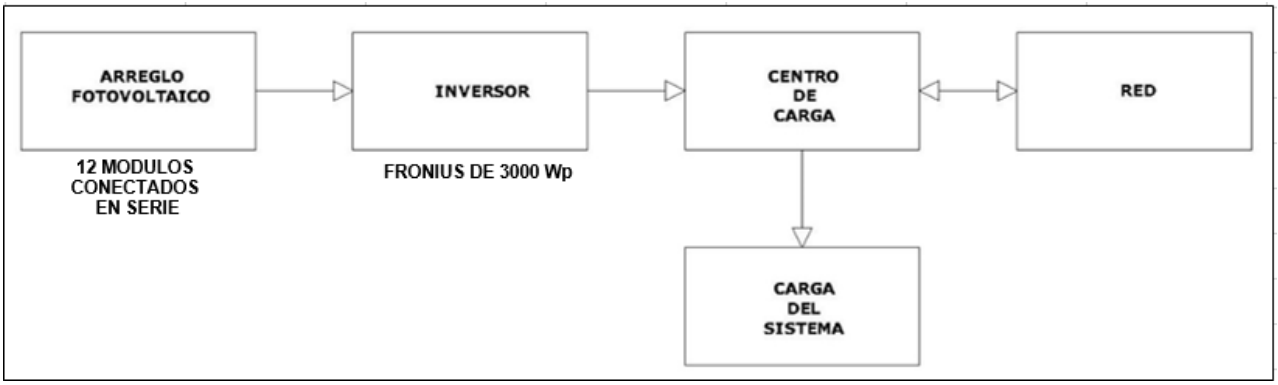


Figura 10. Diagrama de bloque del sistema fotovoltaico interconectado a la red en el ITZ.

Con los elementos anteriores se dispone de una instalación de 3000 Wp de potencia. En la Figura 10, se muestra el diagrama unifilar para el sistema y la secuencia de la interconexión a la red.

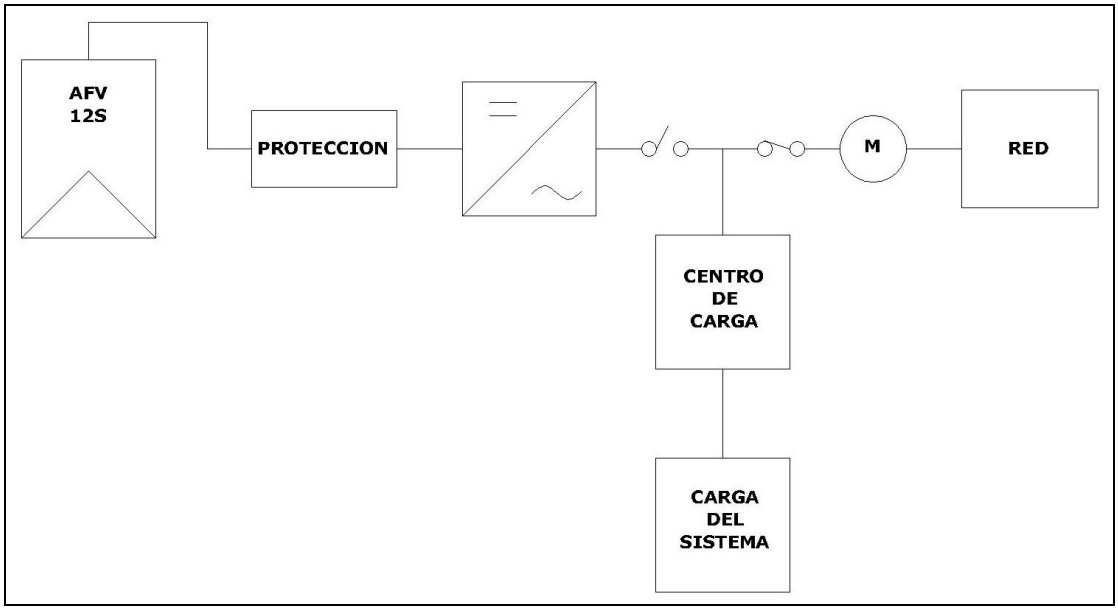


Figura 11. Diagrama unifilar del arreglo fotovoltaico interconectado a la red del ITZ.

Aquí se muestra una imagen del sistema ya instalado y funcionando.

Figura 12. Sistema fotovoltaico interconectado a la red en el ITZ.

Tarjeta Datamanager (tarjeta de monitoreo).

Es una tarjeta plug-in registradora de datos. Cuando quiera que esté conectada al internet vía LAN o WLAN, el Fronius Datamanager envía valores del sistema fotovoltaico directamente al portal en línea Fronius Solar.web. Esto le da una vista general de como el sistema está funcionando en todo momento.

Sistema adquisitores de datos:

a).- Portal Fronius Solar. Web

Es un portal para configurar, monitorear analizar y visualizar sistemas fotovoltaicos, cuenta con gran practicidad en presentación de datos.
La página de inicio contiene un diagrama mensual y un diagrama de poder con los datos e información más importante del sistema para el usuario, así como los mensajes de advertencia. Los datos actuales del sistema, se transmiten automáticamente a Fronius Solar. Web en intervalos regulares. Proporciona una navegación rápida y fácil, basta con mover el ratón sobre el diagrama para obtener una vista detallada.
La información que nos proporciona en tiempo real es: Potencia, Voltaje en CA, Voltaje en CD, y puede hacer una comparación grafica de todos los datos anteriores.

También podemos observar en graficas independientes, la energía generada, el rendimiento energético (en pesos), y el ahorro de CO_2. Todos estos datos los podemos obtener por día específico, por mes, por año o podemos tener un total.

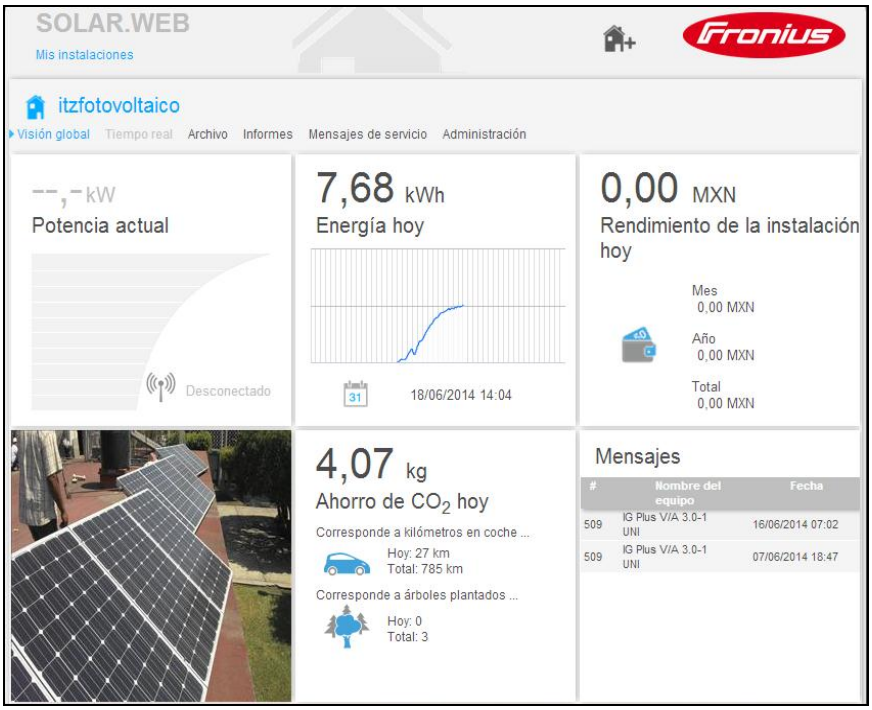


Figura 13. Portal solar web, donde muestra el diseño en que proporciona la información.

b).- Fronius Solar.Acces

Es un software inteligente para la grabación de archivos y análisis de datos del sistema en el PC. Se utiliza para el análisis integral y visualización de los datos de rendimiento del sistema mediante diagramas claros y específicos. Puede configurar los parámetros de todos los componentes del software.
Los datos archivados se muestran en diagramas y gráficos fáciles de entender, (líneas, gráficos de barra y la función zoom). Todos los días, la información mensual o anual se puede configurar y se comparan entre sí.
Los mensajes de servicio o informes energéticos son enviados a través de correo electrónico. Los datos del sistema guardados en el registrador de datos se trasmiten automáticamente al software a intervalos regulares.

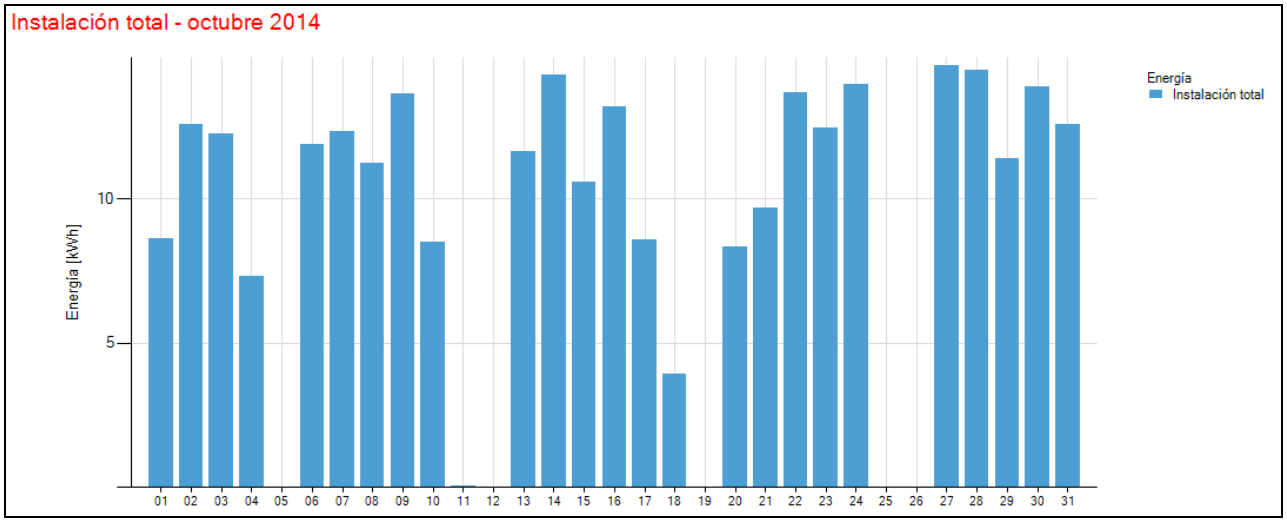


Figura 14. Generación de energía generada en el mes de octubre del 2014.

Conclusiones

En este trabajo, se instaló y se puso en marcha un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica (CFE), capaz de producir la energía suficiente como para abastecer los requerimientos de energía eléctrica para el alumbrado interior del Laboratorio de Ingeniería Mecánica. Además se pretende que los alumnos de ingeniería electromecánica conozcan el funcionamiento y el procedimiento de instalación de un sistema fotovoltaico. Esperamos que con este sistema se fomente una nueva cultura ambiental, a través del uso de fuentes renovables que contribuyan a contrarrestar el daño que se ha hecho al medio ambiente, debido a la generación de energía eléctrica mediante recursos no renovables.

La capacidad de generación de energía eléctrica del sistema fotovoltaico es de 13.82 kW-h, cubriendo un 45% del total del consumo, el resto se obtiene de la red eléctrica (CFE).

El sistema instalado en el Tecnológico es parte de una etapa inicial de lo que pudiera ser un sistema capaz de abastecer totalmente las necesidades energéticas de todo el plantel.

El estudio contiene información teórica suficiente como para conocer los principales y más importantes conceptos de un sistema fotovoltaico, también proporciona un desarrollo de cálculos, basados en parámetros locales de temperatura y radiación solar, implementados para el dimensionamiento del sistema.

Referencias

EPIA (European Photovoltaic Industry Association) 2015 Photovoltaic Technologies

International Energy Agency (IEA). “Key world Energy Statistics”. 2006.

Javier M. “Energia solar fotovoltaica y energia eólica” Editorial A. Madrid Vicente. Madrid España 2014.

Justi, E., “Hidrogeno Solar Energía para el Futuro”, Boixareu Editores, Barcelona, España, 1985.

Miquel Casa “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” S. A. Marcombo 2012.

Office of Science and Technology Policy “Climate Change State of Knowledge”, Washington, D.C., October 1997.

www.fronius.mx/ Fronius México, Energia solar, inversores fotovoltaicos interconectados a la red.

MEDICION DE TEMPERATURA MEDIANTE UN SISTEMA ARDUINO MEGA 2560 PARA APLICACIONES DE MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA.

A. Olarte Paredes, B. U. Mendoza Enríquez, A. J. Martínez Mata, R. Salgado Delgado, A. M. Salgado Delgado, M. A. Chagolla Gaona

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec /Departamento de Metal Mecánica /División de Estudios de Posgrado e Investigación/Departamento Ingeniería Química y Bioquímica. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec Morelos, México C.P.62780: alfredo.op@itzacatepec.edu.mx, ajavier.mm@itzacatepec.edu.mx, renesalgado@hotmail.com, areli.sd@itzacatepec.edu.mx,*

Área de participación: *TERMOFLUIDOS*

Resumen: En el presente trabajo se presenta un método para determinar la conductividad térmica de materiales cerámicos y poliméricos con base en la norma ASTM C 177 – 97 (Standard Test Method for Steady State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot plate Apparatus). La medición de temperatura será monitoreada con la ayuda de un sistema controlado por arduino Mega. Los sensores son de tipo Termopar. Empleando Ley de Fourier para estado estacionario, se calculara la conductividad térmica.

Introducción

El estudio de las propiedades termofísicas, mecánicas y estructurales de los materiales compuestos es un tema de gran importancia para muchas empresas industriales y de consumo. Además, el conocimiento de la conductividad térmica efectiva es un parámetro clave en el diseño y desarrollo de nuevos materiales y recubrimientos para las industrias aeroespacial, de la construcción, automotriz y en especial para aquellas que generan energía. Para la solución del problema, nos encontramos que para el estudio de esta propiedad, no existe un método o instrumento específico para llevar a cabo este tipo de medición; existen diversos métodos experimentales con los cuales se obtienen aproximaciones del valor del coeficiente de conductividad térmica (k) de un material en estudio, requerido para una aplicación en particular. Para caracterizar k de acuerdo a la norma ASTM C177 – 97 se utiliza un instrumento primario que se compone por una Placa Caliente con Guarda y dos placas frías [1].

En este trabajo se propone un sistema para caracterizar k de acuerdo a la ASTM (American Standards for Testing Materials), la norma que rige la construcción y el funcionamiento de un equipo de placa caliente es la norma ASTM C 177 – 97. (Ver Figura 1). Indica que para calcular el coeficiente de conductividad térmica se debe fabricar un aparato llamado de placa con guarda caliente, que como su nombre lo indica consiste esencialmente en una fuente calorífica constituida por una placa calefactora que comprende una parte central y un anillo de guarda separados por un espacio no mayor de 3mm.Esta fuente calorífica está colocada en el centro del equipo y 2 placas de enfriamiento.

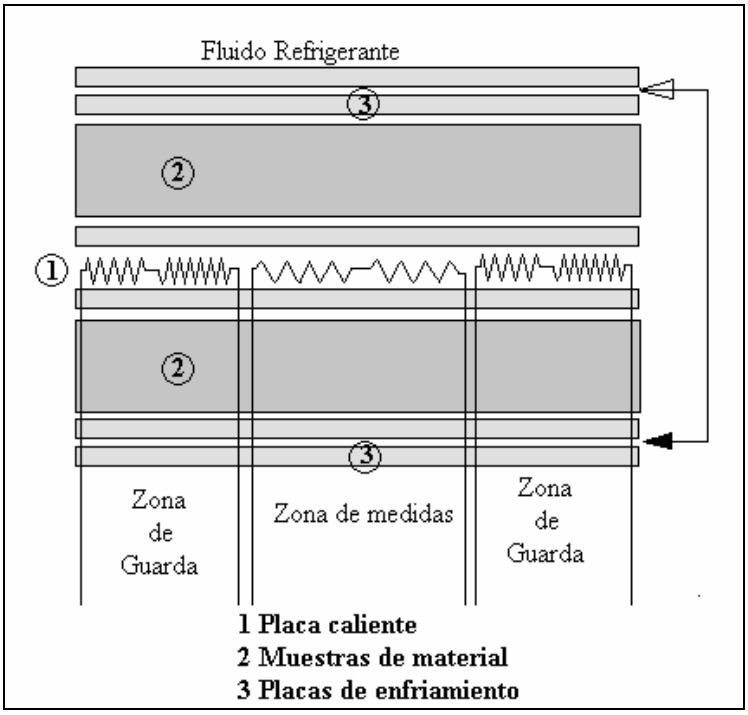


Figura 1. Aparato de placa con placa caliente

La Figura 1 muestra el esquema del montaje experimental propuesto, el sistema está compuesto de los siguientes elementos: placa caliente (1), muestras del material (2), dos placas frías en ambos lados del sistema (3), sistema de montaje, una cámara de aislamiento y los mecanismos de regulación y de medición [2].

Entre las especificaciones más importantes de la ASTM C177-97 (Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot Plate Apparatus) para materiales homogéneos de espesor inferior a 10 cm se pueden nombrar:

- El método se aplica a materiales cuya conductividad no exceda de $0{,}62\ \frac{\mathrm{kcal}}{\mathrm{mh°C}}$
- Las temperaturas del ensayo estarán comprendidas entre $-45°\mathrm{C}$ y $760°\mathrm{C}$.
- El aislamiento exterior que rodea al anillo de guarda debe tener una resistencia de, por lo menos, el doble de la resistencia térmica de la placa del material que se ensaya.
- Los termopares serán de alambre cuyo diámetro no exceda de 0,57 mm
- El potenciómetro debe tener una sensibilidad mínima de 5 milésimas de milivolt.
- La diferencia de temperaturas entre la cara caliente y la cara fría debe ser como mínimo de $22°\mathrm{C}$.
- La atmósfera que rodea al ensayo debe tener como mínimo un punto de rocío superior a la temperatura más baja del aparato (para ambiente de la sala de laboratorio de 2ºCy 50% de humedad relativa, el punto de rocío es de $9°\mathrm{C}$ aproximadamente)[3]

Fundamento Teórico

Conductividad térmica:

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor, en otras palabras es la capacidad de una substancia de transferir el movimiento cinético de sus moléculas a sus propias moléculas adyacentes o a otras substancias con las que tiene contacto. [4]

Mediante la ley de Fourier es posible medir la diferencia de temperaturas y despejar el coeficiente de conductividad térmica (k) del material que está siendo sometido a estudio.

Formula de la conductividad térmica:

$$k = \frac{qL}{A\Delta T} \qquad \text{Ecuación 1}$$

donde:
q es el calor efectivo a través de la muestra en W;
k es la conductividad térmica de la muestra en W/m K;
ΔT es la diferencia de temperatura entre la placa caliente y las placas frías en K o °C;
L es el espesor de la muestra en m
A es el área de la sección transversal de la muestra en m^2 [2].

Para caracterizar la conductividad térmica de los materiales cerámicos y polimeros se determinaron variables como la potencia eléctrica la cual se obtiene de la fuente de calor que suministra la placa caliente que en este caso es una resistencia eléctrica; las diferencias de temperatura del material sometido por la placa caliente y las 2 placas frías se obtuvieron mediante termopares tipo k y se monitorearon con el miicrocontrolador Arduino MEGA 2560 y los sensores de temperatura digitales MAX6675; el área y longitud del material se midieron con un vernier directamente.

Arduino MEGA 2560

El microcontrolador Arduino MEGA 2560 consta de los siguientes elementos: un regulador de tensión para brindar al microcontrolador una tensión estabilizada de alimentación (5 Volts), el conector de comunicaciones ICSP, y 16 entradas-salidas analógicas ,59 entradas-salidas digitales. [5]

MAX6675

El MAX6675 es un sensor de temperatura para Arduino, el cual tiene como función realizar la compensación de unión fría y digitalizar la señal de un termopar tipo-K.
Los datos los emite en una resolución de 12 bits, compatible con SPI™, formato de solo lectura. Este convertidor determina temperaturas a 0,25°C, permitiendo

lecturas tan altas de hasta $1024\ °C$, teniendo una exactitud del termopar de 8 LSBs para temperaturas que van desde $0\ °C$ a $+700°\ C$. [6]

De acuerdo a la norma ASTM c177 la temperatura de la placa caliente se debe mantener constante, para ello se debe utilizar un PID el cual es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctora que ajuste.

Metodología

El procedimiento para realizar una prueba en la que se determinó la conductividad de un material se efectuó en diferentes etapas: a) Preparación de la muestra e instalación en el sistema, b) Establecimiento del estado permanente térmico, c) Adquisición de datos

Selección de la muestra

- El espesor de la muestra del material en m
- El área transversal de la muestra se calculó en m^2

Sistema de calor

En el prototipo de placa con guarda caliente se requiere una producción de flujo de calor, por lo que se utilizó una resistencia eléctrica de baja densidad de cartucho de 100 W.

De acuerdo con la fórmula de la conductividad térmica se requiere del flujo de calor, donde el flujo de calor es igual a la potencia eléctrica de la resistencia, este flujo de calor se midió por medio del efecto Joule, el cual mide la intensidad de corriente y la caída de potencial, para calcularla se utilizó la ecuación 2.

$$Q = P = VI \qquad \text{Ecuación 2}$$

Q = El flujo de calor a través de la resistencia en Watts
P = Potencia eléctrica de la misma en Watts
I= Intensidad de corriente eficaz en Amperes
V= caída de tensión eficaz

Las pruebas se realizaron a temperatura constante en estado permanente, al igual la temperatura que genera la resistencia se mantuvo constante, por lo que se utilizó un PID (Proporcional integral derivativo) el cual registró la temperatura a la que se encuentra la resistencia por medio de un termopar tipo k (ver figura 2).

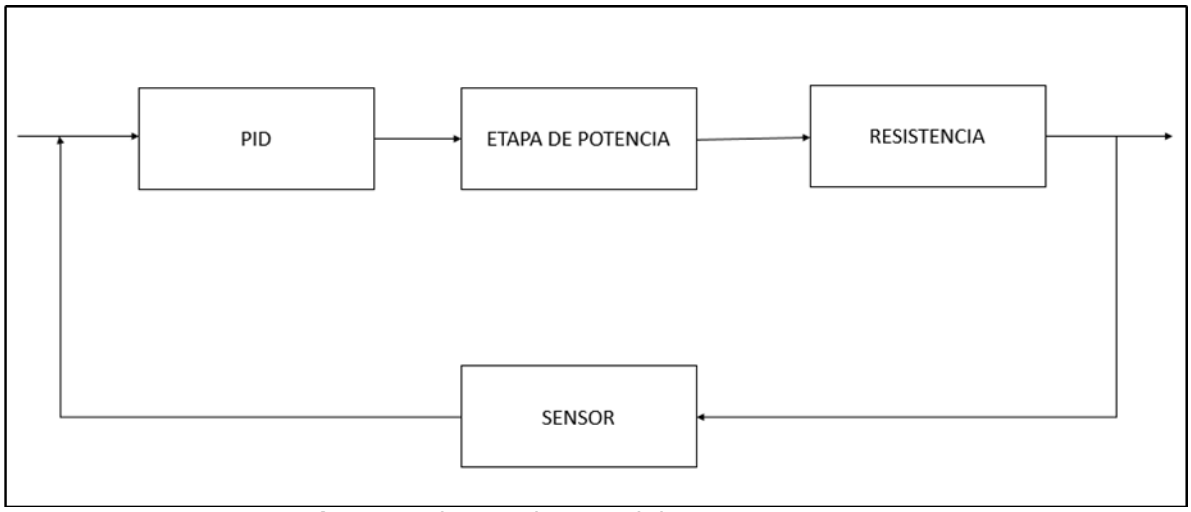


Figura 2. Sistema de control de temperatura PID

Sistema de enfriamiento

Conformado por un baño de refrigeración en recirculación (Circulating Refrigerated Bath), Thermo Haake k20 y Thermo Haake dc10; donde el refrigerante se recirculó, manteniendo las placas frías del sistema a temperatura de 10 °C (ver figura 3).

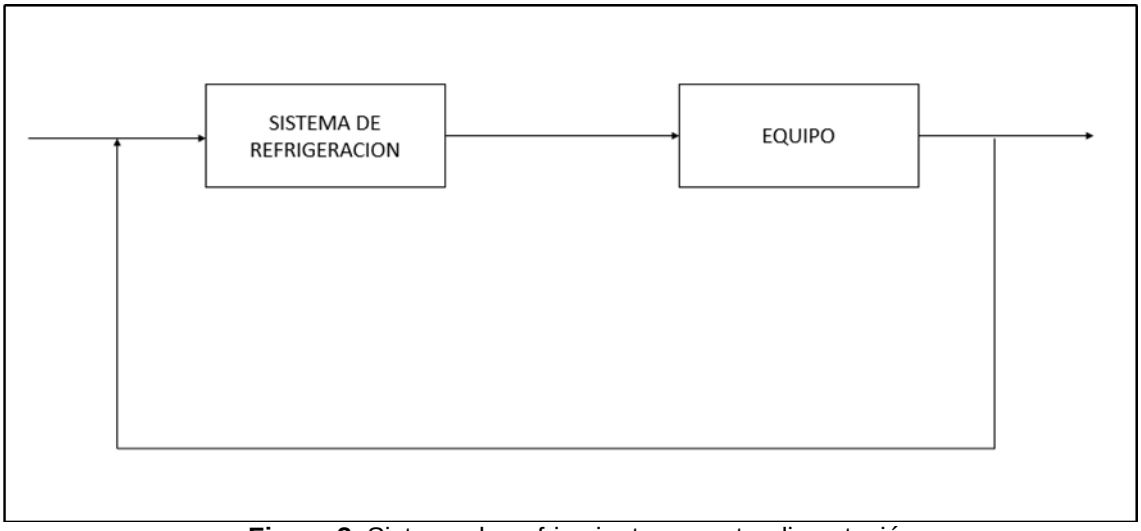


Figura 3. Sistema de enfriamiento con retroalimentación

Sistema de medición de temperatura

Para medir la temperatura se utilizó el método en estado estacionario de placa caliente en el cual el sistema constituyó de un Arduino MEGA 2560 como cerebro del mismo, se diseñó un programa en el sketch del Arduino, el cual detectó las lecturas de los sensores MAX6675 tomando lecturas analógicas, convirtiéndolas en señales digitales, creando un archivo de datos (ver Figura 4).

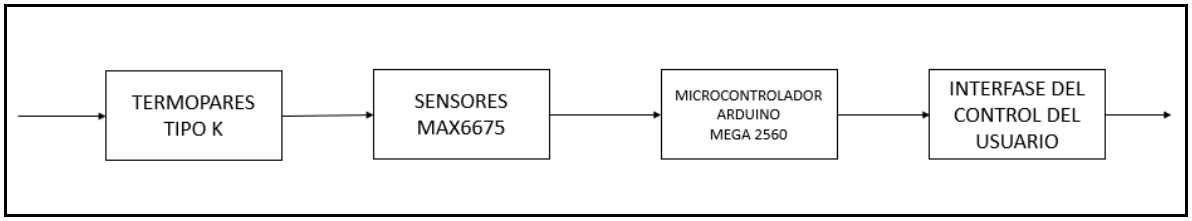


Figura 4. Sistema de adquisición de datos

Se usó el kit de 6 sensores MAX6675 con sus respectivos termopares encargados de medir las diferencias de temperatura en el prototipo de placa caliente con guarda. Al término de la adquisición de datos por medio de la ecuación de la conductividad térmica se determinaron las conductividades de los materiales cerámicos y polímeros (ver Figura 5).

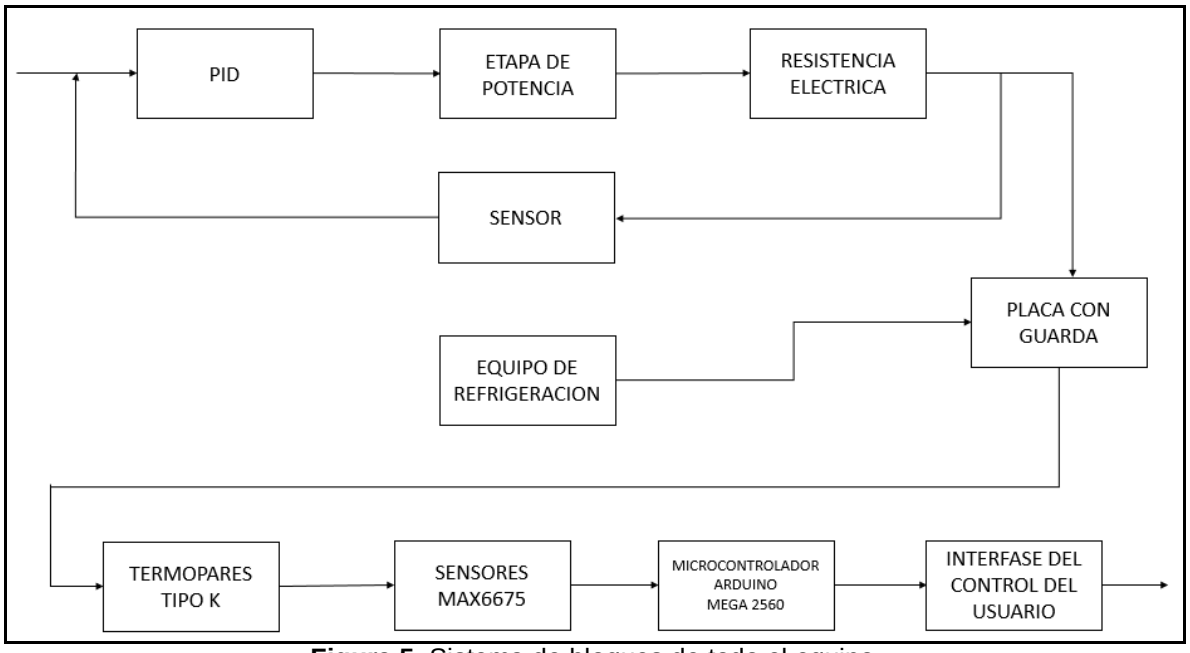


Figura 5. Sistema de bloques de todo el equipo

Resultados y Discusión.

Las dimensiones del aparato con guarda caliente son las siguientes (ver figura 6):

- Altura de la placa calorífica es de 0.05 m
- Altura de las muestras 0.025 m
- Altura de las placas fría es de 0.025 m
- Altura total es de 0.15 m
- Longitud es de 0.1m
- Espesor (de acuerdo a la muestra)
- Caja de aislamiento (0.5x0.4x0.45) m

Figura 6. aparato de placa caliente

Calibración del equipo

La calibración del equipo se llevó a cabo con la adquisición de datos de 3 muestras (ver Tabla 1) y vacío a una temperatura de la placa fría de $20\ °C$ y en la placa caliente de $40\ °C$.

Tabla 1. Muestras utilizadas en la calibración del equipo.

Muestra	Tipo de material	Dimensiones		
		Largo [m]	Ancho [m]	Espesor [m]
1	Poliestireno Expandido (Unicel)	0.10	0.02	0.025
2	Poliestireno Expandido (Unicel)	0.10	0.02	0.0003987
3	Polietilen Tereftalato (PET)	0.10	0.02	0.0011906

El programa desarrollado en Arduino para medir las temperaturas con respecto al tiempo se utilizó para la adquisición de datos durante la calibración del equipo (ver Figura 7).

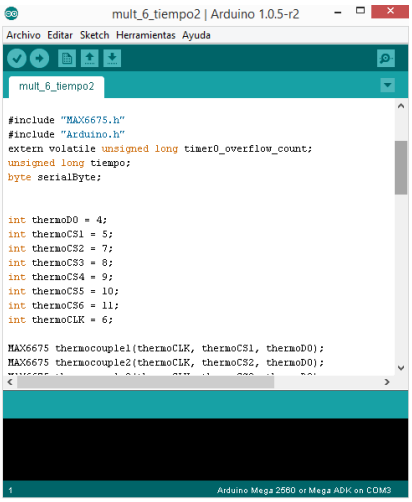


Figura 7. Pantalla del programa en Arduino para la adquisición de datos.

Las pruebas realizadas arrojaron que en todos los casos el comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo se comportaron constantes de manera lineal. Como se puede observar en la figura 8.

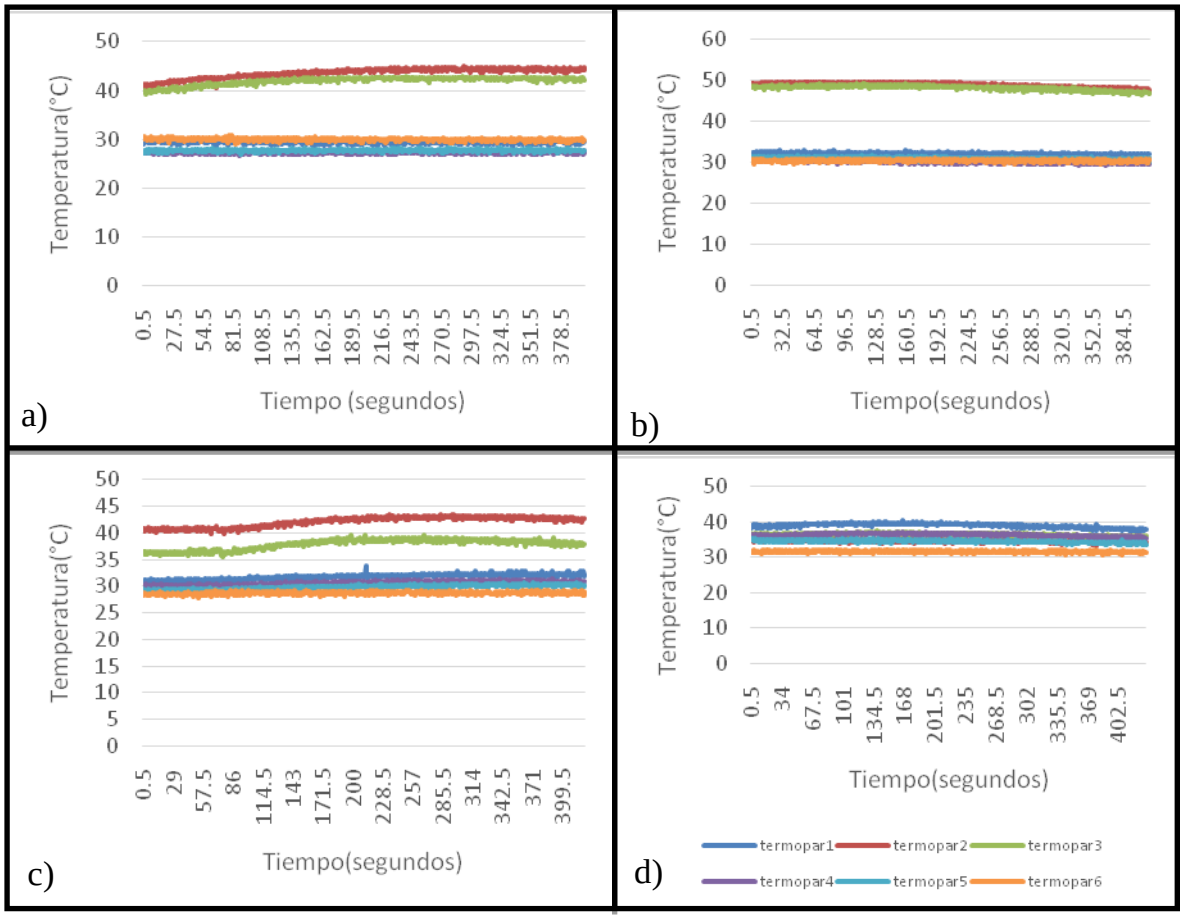


Figura 8. Mediciones de muestras a) Poliestireno expandido (muestra 1) b) Poliestireno expandido (muestra 2), c) Polietilentereftalato PET (muestra 3) y d) vacío de una temperatura de $20\ °C$ en la placa fría y $40\ °C$ en la placa caliente durante 10 minutos.

Conclusiones.

En este trabajo se presentaron los resultados de la calibración del equipo obteniendo un comportamiento constante y lineal en todas las mediciones de temperatura contra tiempo de las muestras y vacío por medio de la plataforma Arduino lo cual comprueba que este sistema es eficiente en la toda de mediciones.

Agradecimientos.

Se agradece al departamento de Metal–Mecánica y a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, por el apoyo a la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Martínez V., Lira L. Simposio de Metrología, CENAM, 2004
2. Pérez-Sánchez M. M., Centeno-Lara R., Lazcano-Serrano F. Ingeniería, 2002, 6-2,13-22.
3. Martina, P.E., Aeberhard, A. E., Aeberhard, M.R., Corace, J.J. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2003. Universidad Nacional del Nordeste.
4. J.F. Guarachi-Solano, Tesis Maestría, Instituto Politecnico Nacional, 2011.
5. www.Arduinno.cc
6. http://www.maximintegrated.com/en.html
7. Lira-Cortés L., González-Rodríguez O. J., Méndez-Lango E. Simposio de Metrología, CENAM, 2008

SIMULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN IN-SITU EN MEDIOS POROSOS CARBONATADOS CONSIDERANDO LA GENERACIÓN DE CO_2.

D. Montes Barrios[1], O. Cazarez Candia[2], O. C. Benítez Centeno[3].

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec - davemoba@hotmail.com; [2]Instituto Mexicano del Petróleo – ocazarez@imp.com.mx; [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec, Morelos, México – omarcbc@gmail.com.

***Área de participación**: Termofluidos y Energía.*

Resumen- La recuperación de petróleo en yacimientos puede realizarse a través de diferentes métodos. La elección de uno u otro método está determinada, por una parte, por las propiedades físicas de los materiales que componen al yacimiento (viscosidad, densidad, etc.); y por otra parte, por la manera en que se encuentran distribuidos tales materiales en el sistema; lo cual conduce a la identificación de regiones homogéneas y heterogéneas en el sentido de la variación espacial de alguna cantidad específica (porosidad, permeabilidad, densidad de fracturas). No obstante, en la práctica el factor económico es la razón de mayor peso que determina el uso de algún método de tal manera que se minimice la relación costo/beneficio.
.

Introducción

Combustión in-situ.

El proceso de la combustión in-situ (Figura 1) consiste en el quemado de cierta fracción del aceite original en el yacimiento con la finalidad de mejorar la recuperación de crudo, mediante la inyección de un gas conteniendo oxígeno. Una característica atractiva del proceso radica en que la porción que se quema es la de menos valor comercial (5-10% del aceite original).

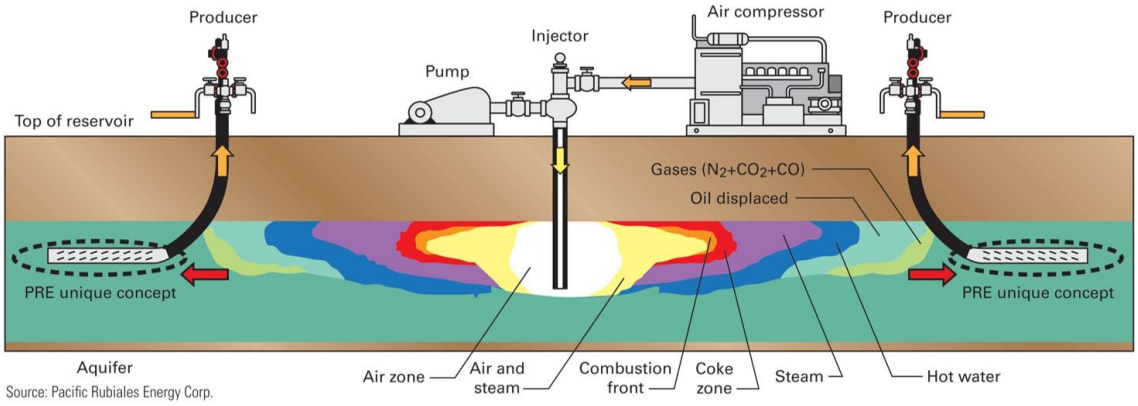


Figura 1. Proceso de combustión in-situ

Comúnmente el método de combustión in-situ se ha aplicado en yacimientos con un medio poroso homogéneo, sin embargo, en los últimos años se ha estado estudiando la posibilidad del uso de dicha técnica en yacimientos fracturados carbonatados. La característica principal de estos yacimientos es que el medio poroso (matriz de roca) contiene una red de fracturas y minerales con carbonatos, las cuales complican la aplicación de la combustión in-situ debido a la canalización del aire en las fracturas y a la generación de CO2. A pesar del esfuerzo de investigación que se ha realizado en los últimos años, sobre la hidrodinámica en un sistema fracturado, aún no se han entendido por completo los fenómenos en dicho sistema. Por lo tanto en este trabajo se propone simular la combustión in-situ en un tubo de combustión que contiene un tapón de roca carbonatada que forma una fractura anular con la pared del tubo. La idea en este trabajo es incluir, en un modelo matemático ya existente, los fenómenos de la generación de CO2, y evaluar su efecto sobre la combustión in-situ.

Metodología y Fundamento Teórico

El modelo matemático completo consiste en el balance diferencial de masa de las fases y componentes, de momentum y del balance de energía. Las fases que consideramos son 4: aceite, gas, agua y sólido; mientras que el número de componentes son 9: el oxígeno, nitrógeno, agua, gas inerte, roca, coque, carbonato de calcio y las fracciones ligera y pesada del aceite. Esta matriz la podemos encontrar en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases y componentes del problema de combustión in situ considerando el balance de masa para el carbonato de calcio.

Componentes	Fases			
	Agua	Aceite	Gas	Sólido
Oxígeno, O_2			X	
Gas inerte, IG			X	
Roca				X
Coque, $Coque$				X
Componente ligero del aceite, LO		X	X	
Componente pesado del aceite, HO		X		
Agua, H_2O	X		X	
Nitrógeno, N_2			X	
Carbonato de calcio $CaCO_3$				X

Además, se considera que la dimensionalidad del problema se reduce a solo dos dimensiones considerando que existe periodicidad a través de la coordenada angular en el tubo de combustión. Esto se presenta en la Figura 2.

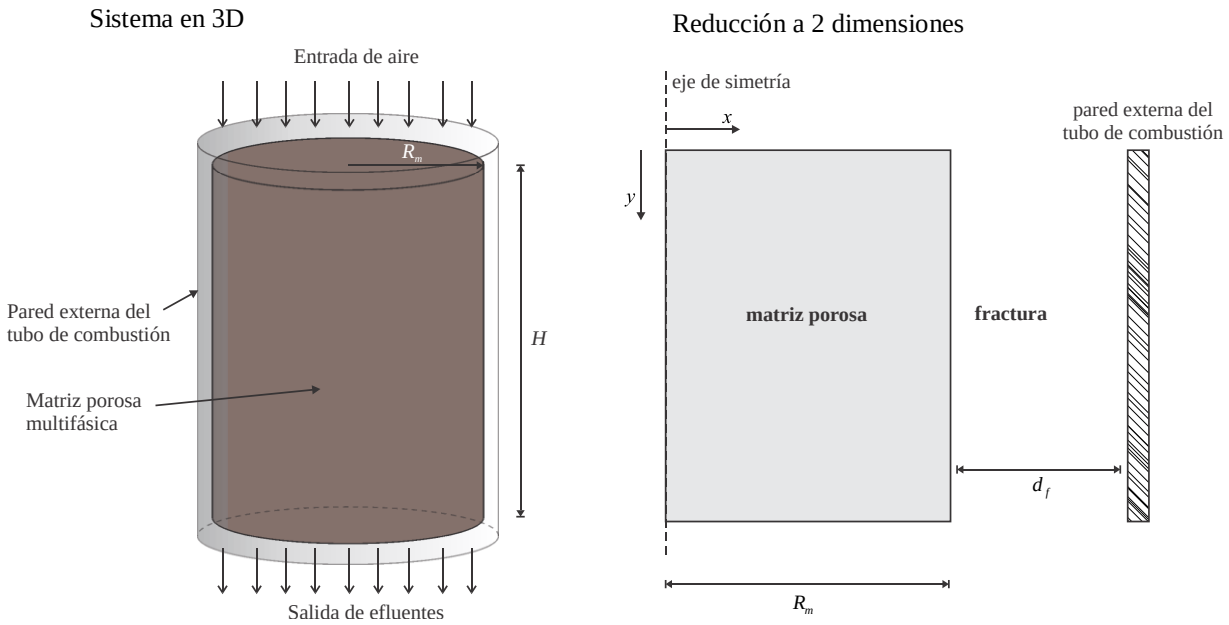


Figura 2. Tubo de combustión y su reducción a 2D.

Balances de cantidad de movimiento

Ecuación gobernante para el aceite

El balance de materia para la fase aceite está dado por:

$$s_o\rho_o\left\{\left(\phi c_o+\phi^0 c_R\right)\left[\frac{\partial p_g}{\partial t}+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\left(\frac{\partial s_w}{\partial t}+\frac{\partial s_o}{\partial t}\right)\right]+\phi^0 c_R\frac{dp_{cwo}}{ds_w}\frac{\partial s_w}{\partial t}\right\}+\phi\rho_o\frac{\partial s_o}{\partial t}$$
$$-\nabla\cdot\left\{\rho_o\frac{Kk_{ro}}{\mu_o}\left[\nabla p_g+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\left(\nabla s_w+\nabla s_o\right)-\rho_o\mathbf{g}\right]\right\}=q_o^M \qquad (1)$$

Ecuación gobernante para el agua

El balance de materia para la fase acuosa está dado por:

$$s_w\rho_w\left(\phi c_w+\phi^0 c_R\right)\left[\frac{\partial p_g}{\partial t}+\left(\frac{dp_{cwo}}{ds_w}+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\right)\frac{\partial s_w}{\partial t}+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\frac{\partial s_o}{\partial t}\right]+\phi\rho_w\frac{\partial s_w}{\partial t}$$
$$-\nabla\cdot\left\{\rho_w\frac{Kk_{rw}}{\mu_w}\left[\nabla p_g+\left(\frac{dp_{cwo}}{ds_w}+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\right)\nabla s_w+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}\nabla s_o-\rho_w\mathbf{g}\right]\right\}=q_w^M \tag{2}$$

Ecuación gobernante para el gas

El balance de materia para la fase gaseosa está dado por:

$$s_g\rho_g\phi^0 c_R\left[\left(\frac{dp_{cwo}}{ds_w}+\frac{dp_{cgo}}{ds_g}-\frac{\phi}{s_g\phi^0 c_R}\right)\frac{\partial s_w}{\partial t}+\left(\frac{dp_{cgo}}{ds_g}-\frac{\phi}{s_g\phi^0 c_R}\right)\frac{\partial s_o}{\partial t}\right]$$
$$+s_g\rho_g\left(\phi c_g+\phi^0 c_R\right)\frac{\partial p_g}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_g\frac{Kk_{rg}}{\mu_g}\left(\nabla p_g-\rho_g\mathbf{g}\right)\right]=q_g^M \tag{3}$$

Aquí el subíndice o se refiere a la fase de aceite, w a la acuosa y g a la gaseosa. Mientras tanto ϕ es la porosidad, ρ_α es la densidad de fase ($\alpha=o,g,w$), s_α es la saturación de la fase, t el tiempo, q_α^M representa el término fuente/sumidero para la fase α, c_α es la compresibilidad de la fase, c_R la compresibilidad de la roca y ϕ^0 es la porosidad inicial del medio. La compresibilidad de la fase se define como:

$$c_\alpha=\frac{1}{\rho_\alpha}\frac{\partial\rho_\alpha}{\partial p_\alpha}\bigg|_T,\quad \alpha=o,g,w \tag{4}$$

Mientras que la de la roca es:

$$c_R=\frac{1}{\phi^0}\frac{d\phi}{dp} \tag{5}$$

En las Ecuaciones (1)-(3) ya se utilizó la ley de Darcy para el cálculo de las velocidades de fase ($\mathbf{u}_\alpha$) expresadas en forma lineal como:

$$\mathbf{u}_o=-\frac{Kk_{ro}}{\mu_o}\left(\nabla p_o-\rho_o\mathbf{g}\right) \tag{6}$$

$$\mathbf{u}_w=-\frac{Kk_{rw}}{\mu_w}\left(\nabla p_w-\rho_w\mathbf{g}\right) \tag{7}$$

$$\mathbf{u}_g=-\frac{Kk_{rg}}{\mu_g}\left(\nabla p_g-\rho_g\mathbf{g}\right) \tag{8}$$

Aquí se requieren conocer los valores de la permeabilidad absoluta del medio K, la permeabilidad relativa de la fase α $k_{r\alpha}$, la viscosidad de fase μ_α y la presión absoluta de fase p_α. Además para el caso en que los efectos gravitacionales son importantes se requiere de la constante de aceleración de la gravedad $\mathbf{g}$.

Además de los balances de conservación de fase se requiere de la relación para las saturaciones:

$$s_o + s_w + s_g = 1 \tag{9}$$

Y de las funciones de presión capilar p_{cwo} y p_{cgo}.

$$p_{cwo} = p_w - p_o \tag{10}$$

$$p_{cgo} = p_g - p_o$$

Balance de energía

Ecuación gobernante para el balance de energía

El balance de energía térmica está dado por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
&\phi\left[s_o\rho_o\left(c_{p,o} - c_o R/\bar{M}_g\right) + s_g\rho_g\left(c_{p,g} - c_g R/\bar{M}_g\right)\right]\frac{\partial T}{\partial t} \\
&\quad +\phi\left[s_w\rho_w\left(c_{p,w} - c_w R/\bar{M}_g\right) + \left(1/\phi - 1\right)\rho_s\left(c_{p,s} - c_s R/\bar{M}_g\right)\right]\frac{\partial T}{\partial t} \\
&\qquad +\nabla\cdot\left(\phi s_o\rho_o c_{p,o}\mathbf{u}_o T + \phi s_g\rho_g c_{p,g}\mathbf{u}_g T + \phi s_w\rho_w c_{p,w}\mathbf{u}_w T\right) \\
&\qquad = \nabla\cdot\left(\mathbf{k}^*_{eff}\cdot\nabla T\right) + q_o^T + q_g^T + q_w^T + q_s^T \\
&-T\frac{\partial\left\{\phi\left[s_o\rho_o\left(c_{p,o} - c_o R/\bar{M}_g\right) + s_g\rho_g\left(c_{p,g} - c_g R/\bar{M}_g\right)\right]\right\}}{\partial t} \\
&\quad -T\frac{\partial\left\{\phi\left[s_w\rho_w\left(c_{p,w} - c_w R/\bar{M}_g\right) + \left(1/\phi - 1\right)\rho_s\left(c_{p,s} - c_s R/\bar{M}_g\right)\right]\right\}}{\partial t}
\end{aligned} \tag{11}$$

Donde R representa la constante de los gases ideales, $c_{p,\alpha}$ es la capacidad calorífica de la fase a presión constante, $\mathbf{k}^*_{eff}$ es el tensor térmico efectivo total, q_α^T son las fuentes térmicas de la fase, $\bar{M}_g$ es el peso molecular medio del gas y T la temperatura.

Balance de masa para especies químicas

Balance de masa para el oxígeno

El modelo original, además, comprende balances de materia para componentes como el oxígeno:

$$\phi s_g \rho_g \frac{\partial\left(\omega_{gO_2}\right)}{\partial t} + \nabla\cdot\left(\phi s_g \omega_{gO_2} \rho_g \mathbf{u}_g\right) = \nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gO_2} \cdot \nabla \omega_{gO_2}\right) + R_{O_2} - \omega_{gO_2} \frac{\partial\left(\phi s_g \rho_g\right)}{\partial t} \quad (12)$$

Donde ω_{gO_2} es la fracción másica del oxígeno en la fase gaseosa, $\mathbf{D}^*_{gO_2}$ es el coeficiente de dispersión total del oxígeno y R_{O_2} es el sumidero másico de oxígeno debido a reacciones químicas.

Balance de masa para el coque

El balance de materia para el coque está dado por:

$$\left(1-\phi\right)\rho_s \frac{\partial \omega_{sCoque}}{\partial t} = R_{Coque} \quad (13)$$

Aquí ω_{sCoque} es la fracción másica de coque en la fase sólida y R_{Coque} es el sumidero másico de coque debido a reacciones químicas.

Balance de masa para el gas inerte (CO_2)

El balance de masa de gas inerte es:

$$\frac{\partial\left(\phi s_g \omega_{gIG} \rho_g\right)}{\partial t} + \nabla\cdot\left(\phi s_g \omega_{gIG} \rho_g \mathbf{u}_g\right) = \nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gIG} \cdot \nabla \omega_{gIG}\right) + R_{IG} \quad (14)$$

Donde ω_{gIG} es la fracción masa de gas inerte en el gas y $\mathbf{D}^*_{gIG}$ es el tensor de dispersión másica. Mientras tanto R_{IG} representa la fuente másica de gas inerte (CO_2) debido a reacciones químicas.

De igual forma, la Ecuación (14) puede reescribirse como:

$$\phi s_g \rho_g \frac{\partial \omega_{gIG}}{\partial t} + \nabla\cdot\left(\phi s_g \omega_{gIG} \rho_g \mathbf{u}_g\right) = \nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gIG} \cdot \nabla \omega_{gIG}\right) + R_{IG} - \omega_{gIG} \frac{\partial\left(\phi s_g \rho_g\right)}{\partial t} \quad (15)$$

Balance de masa para el componente ligero del aceite

La ecuación gobernando el transporte del componente volátil del aceite es:

$$\frac{\partial\left(\phi s_g \omega_{gLO}\rho_g + \phi s_o \omega_{oLO}\rho_o\right)}{\partial t} + \nabla\cdot\left[\phi s_g \omega_{gLO}\rho_g \mathbf{u}_g + \phi s_o \omega_{oLO}\rho_o \mathbf{u}_o\right] = \nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gLO}\cdot\nabla\omega_{gLO} + \phi s_o \rho_o \mathbf{D}^*_{oLO}\cdot\nabla\omega_{oLO}\right) + R_{oLO} + R_{gLO} \tag{16}$$

Donde ω_{gLO} y ω_{oLO} son las fracciones masa del componente ligero en la fase gas y aceite, respectivamente; $\mathbf{D}^*_{gLO}$ y $\mathbf{D}^*_{oLO}$ son los tensores de dispersión másica total del componente ligero en las fases gas y aceite, respectivamente; y R_{oLO} y R_{gLO} son los sumideros másicos para las fases aceite y gas, respectivamente.
Para la fase gaseosa no es necesario utilizar una ecuación de balance para el componente ligero dado que la fracción mol debe satisfacer una restricción de equilibrio termodinámico. Esto es:

$$\omega_{gLO} = K_{LO}\omega_{oLO} \tag{17}$$

O en término de las fracciones molares y_{gLO} y y_{oLO}

$$\omega_{gLO} = \frac{\kappa_{LO}\bar{M}_o}{\bar{M}_g}\omega_{oLO}, \qquad \kappa_{LO} = \frac{y_{gLO}}{y_{oLO}} \tag{18}$$

Aquí K_{LO} y κ_{LO} son las constantes de equilibrio expresadas en fracciones masa y molares, respectivamente. La sustitución de la Ecuación (17) en (16) produce:

$$\frac{\partial\left[\phi\left(s_g\rho_g + \frac{s_o\rho_o}{K_{LO}}\right)\omega_{gLO}\right]}{\partial t} + \nabla\cdot\left[\phi\left(s_g\rho_g\mathbf{u}_g + \frac{s_o\rho_o\mathbf{u}_o}{K_{LO}}\right)\omega_{gLO}\right] = \nabla\cdot\left[\phi\left(s_g\rho_g\mathbf{D}^*_{gLO} + \frac{s_o\rho_o\mathbf{D}^*_{oLO}}{K_{LO}}\right)\cdot\nabla\omega_{gLO}\right] + R_{oLO} + R_{gLO} \tag{19}$$

Después de un arreglo algebraico la ecuación anterior se escribe como:

$$\begin{aligned}\phi\left(s_g\rho_g + \frac{s_o\rho_o}{K_{LO}}\right)\frac{\partial\omega_{gLO}}{\partial t} + \nabla\cdot\left[\phi\left(s_g\rho_g\mathbf{u}_g + \frac{s_o\rho_o\mathbf{u}_o}{K_{LO}}\right)\omega_{gLO}\right] &= R_{oLO} + R_{gLO} \\ &+ \nabla\cdot\left[\phi\left(s_g\rho_g\mathbf{D}^*_{gLO} + \frac{s_o\rho_o\mathbf{D}^*_{oLO}}{K_{LO}}\right)\cdot\nabla\omega_{gLO}\right] \\ &- \omega_{gLO}\frac{\partial\left[\phi\left(s_g\rho_g + \frac{s_o\rho_o}{K_{LO}}\right)\right]}{\partial t}\end{aligned} \tag{20}$$

10.1.3.5 Balance de masa para el vapor de agua

El balance de masa para el agua en la fase gaseosa está dado por la siguiente expresión:

$$\frac{\partial\left(\phi s_g \omega_{gH_2O}\rho_g\right)}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\phi s_g \omega_{gH_2O}\rho_g \mathbf{u}_g\right)=\nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gH_2O}\cdot\nabla\omega_{gH_2O}\right)+R_{H_2O} \tag{21}$$

Donde ω_{gH_2O} es la fracción masa del agua en la fase gas y $\mathbf{D}^*_{gH_2O}$ es el coeficiente de dispersión másica.

Después de re-arreglar algebraicamente la Ecuación (21) se tiene

$$\phi s_g \rho_g \frac{\partial\omega_{gH_2O}}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\phi s_g \omega_{gH_2O}\rho_g \mathbf{u}_g\right)=\nabla\cdot\left(\phi s_g \rho_g \mathbf{D}^*_{gH_2O}\cdot\nabla\omega_{gH_2O}\right)+R_{H_2O}-\omega_{gH_2O}\frac{\partial\left(\phi s_g \rho_g\right)}{\partial t} \tag{22}$$

Modificaciones al modelo matemático original

Balance de masa para el carbonato de calcio ($CaCO_3$)

Debido a que la reacción de disolución se lleva a cabo entre el agua y el carbonato de calcio es necesario agregar un balance de masa para éste último, por lo tanto se hizo un estudio para poder determinar cuál sería dicha ecuación.

La ecuación que gobierna el balance de masa para el carbonato de calcio ($CaCO_3$) en la fase sólida es la siguiente:

$$\left(1-\phi\right)\rho_s \frac{\partial\omega_{sCaCO_3}}{\partial t}=R_{CaCO_3} \tag{23}$$

Donde ω_{sCaCO_3} es la fracción másica de carbonato de calcio en la fase sólida y R_{CaCO_3} es el sumidero másico de carbonato debido a reacciones químicas.

Modificación al balance de masa para el gas inerte (CO_2)

La ecuación original de balance de masa para el gas inerte no contiene la producción de CO_2 por reacción de disolución. Así que a continuación se muestra el término que se agregó:

$$\underbrace{\eta_{IG/\mathrm{CaCO_3}}\frac{M_{IG}}{M_{\mathrm{CaCO_3}}}r_{disolución}}_{\text{Producción de gas inerte por disolución del } \mathrm{CaCO_3}} \tag{24}$$

Donde:

$\eta_{IG/\mathrm{CaCO_3}}$ es el coeficiente estequiométrico entre el gas inerte (CO_2) y el carbonato de calcio ($CaCO_3$).

M_{IG} es el peso molecular del gas inerte.

$M_{\mathrm{CaCO_3}}$ es el peso molecular del carbonato de calcio.

$r_{disolución}$ es la tasa de reacción de disolución por kg de $CaCO_3$.

Modificación al balance de masa para la presión del gas (pg)

En el término fuente de la ecuación de cantidad de movimiento para la presión del gas también tiene que considerarse que existe una generación de gas inerte por la disolución de carbonato. Por lo tanto se agregó el término de producción de gas inerte por disolución del $CaCO_3$.

$$\underbrace{\eta_{IG/\mathrm{CaCO_3}} \frac{M_{IG}}{M_{\mathrm{CaCO_3}}} r_{disolución}}_{\text{Producción de gas inerte por disolución del } \mathrm{CaCO_3}} \tag{25}$$

Modificación al balance de masa para la saturación de agua (sw)

La generación de CO_2 se atribuye entre varios aspectos a la reacción de disolución que se produce entre el carbonato de calcio ($CaCO_3$) y el agua en su fase acuosa (sw). Por lo tanto, al momento de interactuar podemos encontrar un sumidero de agua que afecta la saturación de la misma. Éste sumidero se agrega en la ecuación de cantidad de movimiento para el agua:

$$\underbrace{\eta_{\mathrm{H_2O/CaCO_3}} \frac{M_{H_2O}}{M_{\mathrm{CaCO_3}}} r_{disolución}}_{\text{Consumo de agua por disolución del } \mathrm{CaCO_3}} \tag{26}$$

Donde:

$\eta_{\mathrm{H_2O/CaCO_3}}$ es el coeficiente estequiométrico entre el agua y el carbonato de calcio ($CaCO_3$).

M_{H_2O} es el peso molecular del agua.

$M_{\mathrm{CaCO_3}}$ es el peso molecular del carbonato de calcio.

$r_{disolución}$ es la tasa de reacción de disolución por kg de $CaCO_3$.

Modificación al balance de energía (T)

Esta ecuación de balance de energía también se ve afectada en cuanto se agrega el término de disolución de carbonato debido a que ésta reacción; al igual que las demás reacciones, generan energía calorífica mejor conocida como calor de reacción.

Para poder determinar el término que agregamos fue necesario realizar una búsqueda en la literatura (principalmente artículos relacionados a la disolución de carbonatos) para conocer el calor de reacción en la disolución por kg. de carbonato de calcio ($CaCO_3$) y así pudiésemos aplicar la siguiente relación:

$$\underbrace{-\Delta H_{disolución} r_{disolución}}_{\substack{\text{Generación de calor debido} \\ \text{a la reacción de disolución} \\ \text{en el sólido (carbonato de calcio)}}} \tag{27}$$

Donde:

$-\Delta H_{disolución}$ es el calor de reacción producido por kg. de $CaCO_3$

$r_{disolución}$ es la tasa de reacción de disolución

10.4.1 Definición de fuentes y sumideros

Las fuentes-sumideros másicos q_o^M q_w^M y q_g^M se deben a la aparición o desaparición de ciertas fracciones de las fases debido a reacciones químicas o al intercambio másico que puede ocurrir entre las fases (por ejemplo evaporación, condensación, etc.).

Los balances de materia y energía contienen algunos términos fuente o sumidero, los cuales al agregarle las modificaciones correspondientes a cada ecuación se definen como:

$$q_o^M \left[\frac{\text{kg } Aceite}{\text{m}^3 \text{ s}} \right] = \underbrace{-r_{craqueo}}_{\text{Consumo de } HO} \tag{28}$$

$$q_w^M \left[\frac{\text{kg } H_2O}{\text{m}^3 \text{ s}} \right] = q_{w,\text{condensación}} - q_{w,\text{evaporación}} - \underbrace{\eta_{H_2O/CaCO_3} \frac{M_{H_2O}}{M_{CaCO_3}} r_{disolución}}_{\substack{\text{Consumo de agua por} \\ \text{disolución del } CaCO_3}} \tag{29}$$

$$q_g^M\left[\frac{\text{kg } gas}{\text{m}^3\,\text{s}}\right]=\underbrace{-\eta_{O_2/Coque}\frac{M_{O_2}}{M_{Coque}}r_{combustión}}_{\text{Consumo de oxígeno por combustión de coque}}\underbrace{-\eta_{O_2/LO_g}\frac{M_{O_2}}{M_{LO}}r_{combustión,gLO}}_{\text{Consumo de oxígeno por combustión de } LO \text{ en el gas}}$$

$$\underbrace{+\eta_{IG/Coque}\frac{M_{IG}}{M_{Coque}}r_{combustión}}_{\text{Producción de gas inerte por combustión de coque}}\underbrace{+\eta_{H_2O/Coque}\frac{M_{H_2O}}{M_{Coque}}r_{combustión}}_{\text{Producción de agua por combustión de coque}}$$

$$\underbrace{+\eta_{IG/LO_g}\frac{M_{IG}}{M_{LO}}r_{combustión,gLO}}_{\text{Producción de gas inerte por combustión de } LO \text{ en el gas}}\underbrace{+\eta_{H_2O/LO_g}\frac{M_{H_2O}}{M_{LO}}r_{combustión,gLO}}_{\text{Producción de agua por combustión de } LO \text{ en el gas}}$$

$$\underbrace{+q_{w,\text{evaporación}}-q_{w,\text{condensación}}}_{\text{Evaporación y condensación de agua}}\underbrace{+\eta_{IG/CaCO_3}\frac{M_{IG}}{M_{CaCO_3}}r_{disolución}}_{\text{Producción de gas inerte por disolución del } CaCO_3} \tag{30}$$

También se pueden escribir las tasas cinéticas de reacción para cada componente y para cada reacción en la que participa:

$$R_{O_2}=\underbrace{-\eta_{O_2/Coque}\frac{M_{O_2}}{M_{Coque}}r_{combustión}}_{\text{Consumo de oxígeno por combustión de coque}}\underbrace{-\eta_{O_2/LO_g}\frac{M_{O_2}}{M_{LO}}r_{combustión,gLO}}_{\text{Consumo de oxígeno por combustión de } LO \text{ en el gas}} \tag{31}$$

$$R_{Coque}=\underbrace{\eta_{Coque/HO}r_{craqueo}\frac{M_{Coque}}{M_{HO}}}_{\text{Generación debido al craqueo}}-\underbrace{r_{combustión}}_{\text{Consumo debido a la combustión}} \tag{32}$$

$$R_{IG}=\underbrace{\eta_{IG/Coque}\frac{M_{IG}}{M_{Coque}}r_{combustión}}_{\text{Producción de gas inerte por combustión de coque}}+\underbrace{\eta_{IG/LO_g}\frac{M_{IG}}{M_{LO}}r_{combustión,gLO}}_{\text{Producción de gas inerte por combustión de } LO \text{ en el gas}}+\underbrace{\eta_{IG/CaCO_3}\frac{M_{IG}}{M_{CaCO_3}}r_{disolución}}_{\text{Producción de gas inerte por disolución del } CaCO_3} \tag{33}$$

$$R_{oLO}=\eta_{LO/HO}\frac{M_{LO}}{M_{HO}}r_{craqueo} \tag{34}$$

$$R_{gLO} = -r_{combustión,gLO} \tag{35}$$

$$R_{H_2O} = \underbrace{q_{w,\text{evaporación}} - q_{w,\text{condensación}}}_{\text{Evaporación y condensación de agua}} + \underbrace{\eta_{H_2O/Coque}\frac{M_{H_2O}}{M_{Coque}} r_{combustión}}_{\text{Producción de agua por combustión de coque}} + \underbrace{\eta_{H_2O/LO_g}\frac{M_{H_2O}}{M_{LO}} r_{combustión,gLO}}_{\text{Producción de agua por combustión de } LO \text{ en el gas}} \tag{36}$$

$$R_{CaCO_3} = -\underbrace{r_{disolución}}_{\text{Consumo debido a la reacción de disolución}} \tag{37}$$

El término fuente para cada fase en la ecuación de energía son los siguientes:

$$q_w^T = 0, \tag{38}$$

$$q_g^T = \underbrace{-\Delta H_{combustión,gLO} r_{combustión,gLO}}_{\text{Generación de calor debido a la reacción de combustión de } LO \text{ en la fase gas}} \tag{39}$$

$$q_o^T = \underbrace{-\Delta H_{craqueo} r_{craqueo}}_{\text{Generación de calor debido a la reacción de craqueo en la fase aceite}} \tag{40}$$

$$q_s^T = \underbrace{-\Delta H_{combustión} r_{combustión}}_{\text{Generación de calor debido a la reacción de combustión en el sólido}} + \underbrace{-\Delta H_{disolución} r_{disolución}}_{\text{Generación de calor debido a la reacción de disolución en el sólido (carbonato de calcio)}} \tag{41}$$

Donde $r_{craqueo}$, $r_{combustión}$, $r_{combustión,gLO}$ y $r_{disolución}$ son las tasas de la reacción de craqueo, combustión de coque, fracción ligera del aceite y disolución respectivamente. Además las variables $\eta_{i/j}$ representan los coeficientes estequiométricos entre los componentes i y j, M_i es el peso molecular del componente químico y ΔH son las entalpías de reacción.

Resultados y Discusión

Como lo hemos mencionado insistentemente con anterioridad, la reacción de disolución de carbonato de calcio produce una cantidad considerable de CO_2, la cual se ve reflejada en su fracción másica (wgIG) en la fase gaseosa. Al momento de comparar la simulación que contiene la reacción de disolución con la

simulación del caso base; podemos observar que existe una gran variación en dicha fracción másica, esto se muestra en la Figura 3.

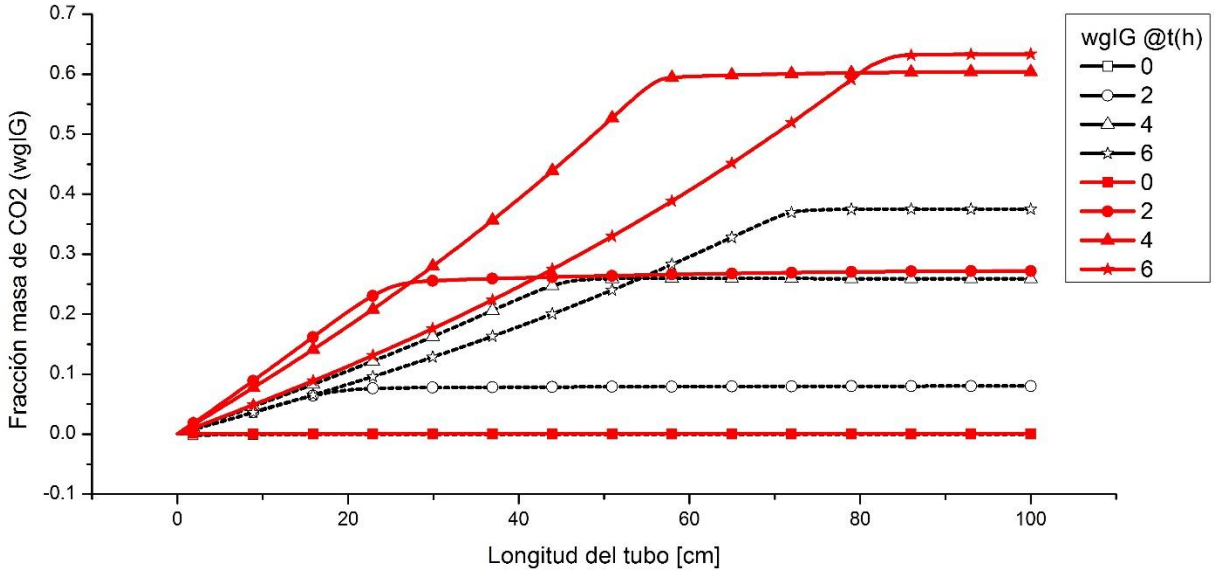


Figura 3. Gráfica de comparación entre el caso base, y el caso de estudio; la cual muestra la fracción masa de CO_2 que se genera a lo largo del tubo de combustión.

En la Figura 3 se muestran los resultados que se generaron tras haber corrido cada simulación; las líneas rojas representan la simulación con disolución y las líneas negras representan la simulación del caso base (sin disolución). De igual manera podemos observar que se presentan 4 perfiles diferentes para cada caso, los cuales simbolizan el tiempo de simulación.

A pesar de que el agua y el carbonato de calcio se encuentran dentro de la matriz, no van a reaccionar sino hasta que la temperatura y la presión incrementen, y para que esto suceda es necesaria la ignición. Una vez que la combustión comienza; debido a la alta temperatura y el cambio de presión, la reacción de disolución comienza también. Por lo tanto la cantidad de CO_2 aumenta a medida que el frente de combustión avanza.

A medida que la disolución se lleva a cabo, la saturación de agua en la matriz disminuye también. Esto se debe a que el agua funciona como disolvente para que la reacción se dé. En la Figura 4 se muestra gráficamente la saturación del agua a lo largo del tubo de combustión.

De igual manera, las líneas negras representan la saturación de agua sin haber aplicado la reacción de disolución, y las líneas rojas representan al igual a ésta saturación pero con el efecto de la disolución.

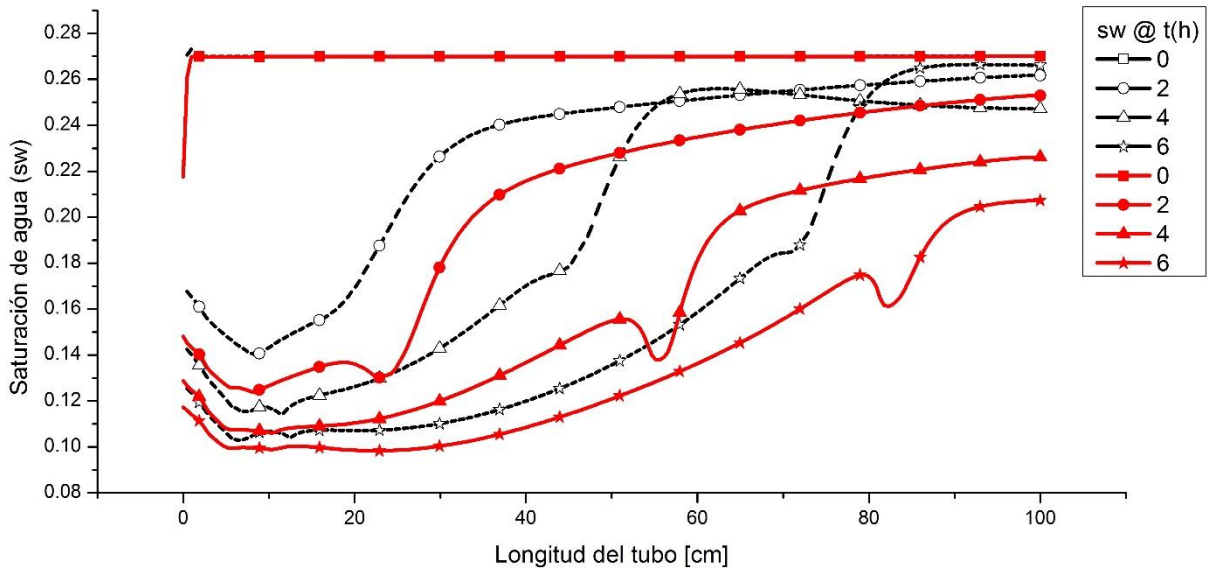


Figura 4. Gráfica de comparación entre el caso base, y el caso de estudio en la cual se observa la saturación de agua con y sin disolución de carbonato

Como se puede observar en la Figura 4, existe una gran diferencia entre la simulación que contiene el efecto de la reacción de disolución y el caso base. Se muestra claramente que la saturación de agua disminuye notablemente con éste fenómeno.

El carbonato de calcio ($CaCO_3$) es una sustancia muy abundante en la naturaleza. En la mayoría de los yacimientos existe una cierta cantidad de ésta sustancia en forma de piedra caliza. En nuestra simulación se está suponiendo una fracción del 10% de carbonato de calcio, ésta cantidad es una fracción del componente sólido. Ahora bien, en nuestra reacción de disolución, el carbonato de calcio se involucra como solvente, por tal motivo nuestra fracción másica de éste ($wsCaCO_3$) también disminuye a medida que la reacción se lleva a cabo. Esto se puede observar en la Figura 5.

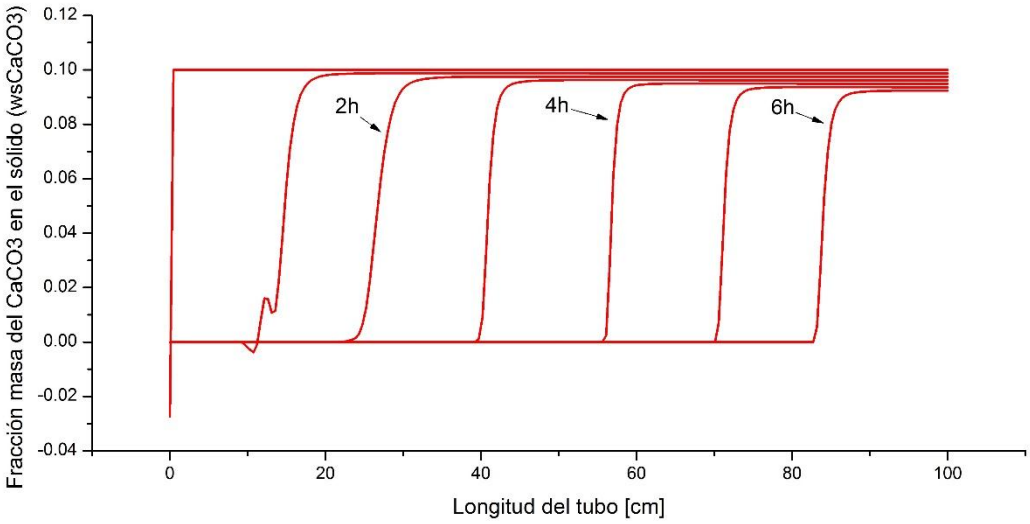


Figura 5. Efecto de la reacción de disolución en la fracción másica de carbonato de calcio ($wsCaCO_3$)

Es importante que se ejemplifiquen las comparaciones necesarias, o en su defecto las más relevantes. Una de ellas es la producción acumulada de aceite; la cual nos mostrará en cuál de los dos casos se produjo mayor cantidad de aceite y en qué tiempo.

En la Figura 6.se muestra la comparación entre las producciones de cada caso.

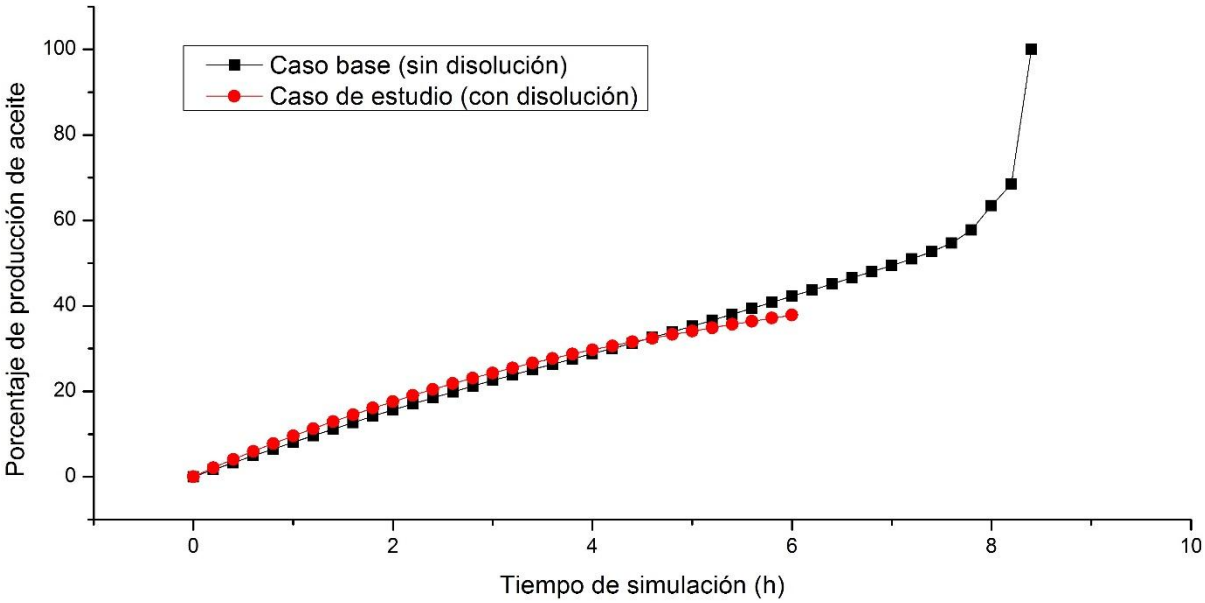


Figura 6. Gráfica de comparación entre el caso base, y el caso de estudio, en la cual se observa el porcentaje de producción de aceite.

En la Figura 6. Se muestra el porcentaje de producción de aceite para cada caso. Como se puede notar, el caso de estudio tuvo un tiempo de simulación de 6 horas mientras que en el caso base la simulación fue de 8.4 horas. Esto se debe a que nuestro simulador de dinámica de fluidos computacional no nos permitió ejecutar nuestro caso de estudio a un tiempo mayor. De lo contrario ocasionaba errores numéricos. Sin embargo al comparar ambos casos se aprecia que la producción de aceite es relativamente igual, ya que ambas simulaciones siguen un mismo patrón.

Conclusiones

Después de realizar el estudio sobre los efectos que se producen dentro del yacimiento al agregarle la reacción de disolución llegamos a la conclusión de que los fenómenos producidos son de gran impacto para el estudio de la recuperación de petróleo por el método de inyección de aire; específicamente el método de combustión in-situ. Ya que la cantidad de CO_2 producido es notablemente mayor a la que se tenía antes de considerar dicha reacción.

esto nos da paso a considerar a futuro otros fenómenos dentro del yacimiento, como puede ser que al momento de llevarse a cabo la disolución del carbonato, la porosidad de la roca se modifica y por lo tanto su permeabilidad también. Otro fenómeno podría ser la disolución del CO_2 en el aceite; lo cual provocaría que el crudo cambie su viscosidad y de igual manera los factores de producción se verían modificados.

Como podemos notar los resultados que se obtuvieron en éste trabajo nos abrieron el campo visual de los fenómenos que se pueden o no, tomar en cuenta en un siguiente estudio.

Referencias (Arial 12, negritas)

Aguilar-Madera, C. G. (2011). *Transferencia de calor entre un medio poroso y un fluido.* Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química Doctoral Dissertation, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, México, D.F.

Aguilar-Madera, C. G. (2012). Modelado de la combustión in-situ en sistemas fractura-medio poroso (f-mp) (P. d. R. d. Hidrocarburos, Trans.): Instituto Mexicano del Petróleo.

Sarathi, Partha S. (1998) In-situ combustion handbook – principles and practices National Petroleum Technology Office U.S. Department of energy, Tulsa, Oklahoma

Ahmadi, M. M., Mohammadi, S., y Hayati, A. N. (2011). Analytical derivation of tortuosity and permeability of monosized spheres: A volume averaging approach. *Physical Review E, 83*, 1-8.

Chen, Z., Huan, G., y Ma, Y. (2006). *Computational methods for multiphase flows in porous media*. Philadelphia: SIAM.

Delshad, M., y Pope, G. A. (1989). Comparison of three-phase oil relative permeability models. *Transport in Porous Media, 4*, 59-83.

Fadaei, H. (2009). *Etude de la récuperation de bruts lourds en réservoir carbonaté fracturé par le procédé de combustion in situ.* Ph.D., Université de Toulouse, Toulouse, France.

Greaves, M., Javanmardi, G., y Field, R. W. (1991). *In situ combustion (ISC) in fractured heavy oil reservoirs*. Paper presented at the 6th European IOR-Symposium, Stavanger, Norway.

Kumar, M. (1987). *Simulation of laboratory in-situ combustion data and effect of process variations*. Paper presented at the Ninth SPE Symposium on Reservoir Simulation, San Antonio, Texas.

Lin, C. Y., Chen, W. H., Lee, S. T., y Culham, W. E. (1984). Numerical simulation of combustion tube experiments and the associated kinetics of in-situ combustion processes. *Society of Petroleum Engineers Journal, 24*(6), 657-666.

Mamora, D. D. (1993). *Kinetics of in situ combustion.* Ph.D. Doctoral dissertation, Standford University, Ann Arbor, USA.

Rodríguez, F., y Christopher, C. A. (2004). *Overview of air injection potential for PEMEX*. Paper presented at the AAPG International Conference, Cancún, México.

Schulte, W. M., y de Vries, A. S. (1985). In-situ combustion in naturally fractured heavy oil reservoirs. *Society of Petroleum Engineers Journal, 25*(1), 67-77.

Treybal, R. E. (1955). *Mass transfer operations*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

SIMULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN IN-SITU EN MEDIOS POROSOS CONSIDERANDO LA EXPANSIÓN TÉRMICA DE LOS FLUIDOS Y LA ROCA.

D. E. Martínez Lagunas[1], O. Cazarez Candia[2], O. C. Benítez Centeno[3].

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Cazada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec, Morelos, México – diego.lagunas@outlook.com*. [2];Instituto Mexicano del Petróleo – ocazarez@imp.com.mx – Eje Central Lázaro Cárdenas, Col. San Bartolo Atepehuacan, México; [3]Instituto Tecnológico de Zacatepec – obece@itzacatepec.edu.mx-

***Área de participación**: Termofluidos y Energía*

Resumen – En este trabajo se propone simular el frente combustivo que tiene lugar al experimentar en un tubo de combustión que contiene un tapón de roca, entre la matriz y la pared se puede considerar una factura típica de yacimiento. Lo anterior es para evaluar la viabilidad de la técnica para su aplicación en la recuperación de hidrocarburos. A su vez emula la técnica de combustión in-situ.

Introducción

Una de las tecnologías que se estudian actualmente es la inyección de aire, también conocida como Combustión in-Situ. Durante la aplicación de dicha tecnología se presentan fenómenos físico-químicos en sistemas matriz- fractura, tales como: 1) la hidrodinámica de flujos monofásico y multifásico, 2) transferencia de calor, 3) reacciones químicas, etc. Comúnmente el método de combustión in-situ se ha aplicado en yacimientos con un medio poroso homogéneo, sin embargo, en los últimos años se ha estado estudiando la posibilidad del uso de dicha técnica en yacimientos fracturados. La característica principal de estos yacimientos es que el medio poroso (matriz de roca) contiene una red de fracturas, las cuales complican la aplicación por la direccionalidad de la combustión in-situ debido a la canalización del aire en las fracturas. A pesar del esfuerzo de investigación que se ha realizado en los últimos años, sobre la hidrodinámica en un sistema fracturado, aún no se ha entendido por completo los fenómenos en dicho sistema. En la Figura 1 se muestra una estructura porosa donde se pueden observar los elementos que conforman a un poro.

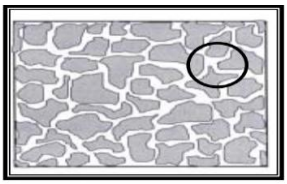


Figura 1.- Estructura porosa

Fundamento Teórico y metodología

El proceso de la combustión in-situ consiste en el quemado de cierta fracción del aceite original en el yacimiento con la finalidad de mejorar la recuperación de crudo, mediante la inyección de un gas conteniendo oxígeno. Una característica atractiva del proceso radica en que la porción que se quema es la de menos valor comercial (5-10% del aceite original). Existen diferentes estrategias para iniciar y mantener la combustión en el yacimiento. La combustión hacia adelante consiste en que el frente de combustión avanza desde el pozo de inyección hacia los pozos productores, mientras que en la combustión hacia atrás el avance se da en el sentido inverso. En ambas estrategias si la corriente de inyección no contiene agua es llamada seca, si contiene una porción de agua entonces se llama húmeda.

Dada la simetría geométrica que se muestra en el tubo de combustión es posible reducir las dimensiones del problema a solo dos dimensiones, tal como se presenta en la figura 2. Nótese que el espacio que existe entre la matriz porosa y la pared externa del tubo actúa como una fractura, debido a que se tienen altas velocidades en comparación con la matriz porosa. Además, recuérdese que la matriz porosa es una región multifásica que, para propósitos de simulación, puede estar compuesta de un número conveniente de fases fijas, fases móviles y de componentes químicos.

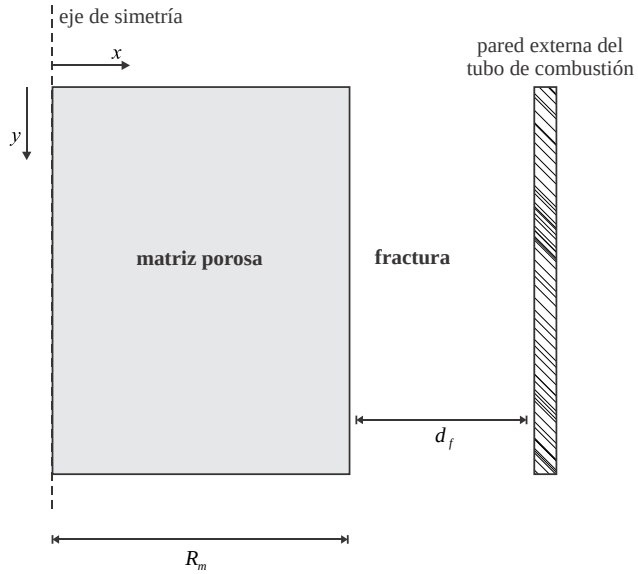


Figura 2.- Esquema bidimensional del tubo de combustión.

Balances de cantidad de movimiento

Las ecuaciones comunes que describen el flujo de tres fases inmiscibles en un medio poroso están dadas por las ecuaciones de balance de masa, y además, la ley de Darcy para cada una de las fases.

$$\frac{\partial\left(\phi\rho_o s_o\right)}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\rho_o\mathbf{u}_o\right)=q_o \tag{1}$$

$$\frac{\partial\left(\phi\rho_w s_w\right)}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\rho_w\mathbf{u}_w\right)=q_w \tag{2}$$

$$\frac{\partial\left(\phi\rho_g s_g\right)}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\rho_g\mathbf{u}_g\right)=q_g \tag{3}$$

$$\mathbf{u}_o=-\frac{Kk_{ro}}{\mu_o}\left(\nabla p_o-\rho_o\mathbf{g}\right) \tag{4}$$

$$\mathbf{u}_w=-\frac{Kk_{rw}}{\mu_w}\left(\nabla p_w-\rho_w\mathbf{g}\right) \tag{5}$$

$$\mathbf{u}_g = -\frac{Kk_{rg}}{\mu_g}\left(\nabla p_g - \rho_g \mathbf{g}\right) \tag{6}$$

Aquí el subíndice o se refiere a la fase de aceite, w a la acuosa y g a la gaseosa. Mientras tanto ϕ es la porosidad, ρ_α es la densidad de fase ($\alpha = o, g, w$), s_α es la saturación de la fase, t el tiempo, $\mathbf{u}_\alpha$ es la velocidad en la escala de Darcy y q_α representa el término fuente/sumidero para la fase α. Para el cálculo de la velocidad $\mathbf{u}_\alpha$ se utiliza la ley de Darcy en las Ecuaciones (4)-(6). Para ello se requieren conocer los valores de la permeabilidad absoluta del medio K, la permeabilidad relativa de la fase α $k_{r\alpha}$, la viscosidad de fase μ_α, la presión absoluta de fase p_α. Además para el caso en que los efectos gravitacionales son importantes se requiere de la constante de aceleración de la gravedad $\mathbf{g}$.

Además de los balances de conservación de fase se requiere de la relación para las saturaciones,

$$s_o + s_w + s_g = 1 \tag{7}$$

y de las funciones de presión capilar

$$p_{cwo} = p_w - p_o \tag{8}$$

$$p_{cgo} = p_g - p_o \tag{9}$$

En este punto se tienen 6 incógnitas: s_o, s_w, s_g, p_o, p_w y p_g; y se tienen 3 ecuaciones diferenciales (1)-(3)y 3 ecuaciones algebraicas (7)-(9).

Con el fin de resolver el problema de flujo por completo es necesario seleccionar 3 variables dependientes primarias. Para ello se escoge la presión del gas p_g y las

saturaciones de agua y aceite s_w y s_o, respectivamente. De esta forma sustituyendo las ecuaciones auxiliares (4)-(9) en las ecuaciones diferenciales (1)-(3) se tiene después de cierto manejo algebraico la ecuación gobernante para la saturación del aceite:

$$s_o\left(\phi\frac{\partial\rho_o}{\partial t}+\rho_o\frac{\partial\phi}{\partial t}\right)+\phi\rho_o\frac{\partial s_o}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_o\frac{Kk_{ro}}{\mu_o}\left(\nabla p_g-\nabla p_{cgo}-\rho_o\mathbf{g}\right)\right]=q_o \tag{10}$$

La ecuación gobernante para la saturación de agua,

$$s_w\left(\phi\frac{\partial\rho_w}{\partial t}+\rho_w\frac{\partial\phi}{\partial t}\right)+\phi\rho_w\frac{\partial s_w}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_w\frac{Kk_{rw}}{\mu_w}\left(\nabla p_g+\nabla p_{cwo}-\nabla p_{cgo}-\rho_w\mathbf{g}\right)\right]=q_w \tag{11}$$

y la ecuación gobernante para la saturación de gas,

$$s_g\left(\phi\frac{\partial\rho_g}{\partial t}+\rho_g\frac{\partial\phi}{\partial t}\right)+\phi\rho_g\frac{\partial s_g}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_g\frac{Kk_{rg}}{\mu_g}\left(\nabla p_g-\rho_g\mathbf{g}\right)\right]=q_g \tag{12}$$

Si se usa la regla de la cadena en la derivada temporal de la siguiente manera,

$$\frac{\partial\phi}{\partial t}=\frac{d\phi}{dp}\frac{\partial p}{\partial t} \tag{13}$$

se puede utilizar la definición del *factor de compresibilidad de la roca*,

$$\frac{\partial\phi}{\partial t}=\frac{d\phi}{dp}\frac{\partial p}{\partial t} \tag{14}$$

Aquí ϕ^0 es la porosidad dada a unas condiciones de referencia (por ejemplo a condiciones iniciales de∇ simulación) y p es la presión que experimenta la roca, la cual es similar a la de la fase mojante. Considerando que en todo momento la fase mojante es la acuosa, entonces es razonable aceptar que $p=p_w$.

Un procedimiento similar puede aplicarse sobre las derivadas temporales de las densidades de los fluidos, por ejemplo utilizando la regla de la cadena en la forma,

$$\frac{\partial\rho_\alpha}{\partial t}=\frac{d\rho_\alpha}{dp_\alpha}\frac{\partial p_\alpha}{\partial t},\quad \alpha=o,g,w \tag{15}$$

y definiendo los siguientes coeficientes de compresibilidad,

$$c_\alpha = \frac{1}{\rho_\alpha}\frac{\partial \rho_\alpha}{\partial p_\alpha}\bigg|_T, \quad \alpha = o, g, w \tag{16}$$

Definiendo los coeficiente de expansión térmica

$$C_{\alpha T} = \frac{1}{\rho_\alpha}\frac{d\rho_\alpha}{dT_g}\bigg|_P, \alpha = o, w, g \tag{17}$$

El coeficiente de expansión térmica de la roca se define:

$$C_{RT} = \frac{1}{\phi}\frac{d\phi}{dT_R}\bigg|_P \tag{18}$$

Sustituyendo los coeficientes de compresibilidad y de expansión térmica en las ecuaciones (10)-(12) se obtiene:

$$\begin{aligned} s_o\left[\left(\phi C_o + \phi^o C_R\right)\left(\frac{\partial P_g}{\partial t} - \frac{\partial P_{cgo}}{\partial t}\right) + \phi^o C_R \frac{\partial P_{cwo}}{\partial t} + \phi C_{oT}\frac{\partial T_o}{\partial t} + \phi^{oT} C_{RT}\frac{\partial T_R}{\partial t}\right] + \phi\rho_o \frac{\partial s_o}{\partial t} \\ -\nabla\cdot\left[\rho_o \frac{Kk_{ro}}{\mu_o}\left(\nabla\rho_g - \nabla\rho_{cgo} - \rho_o g\right)\right] = q_o \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned} s_w\rho_w\left[\left(\phi C_w + \phi^0 C_R\right)\left(\frac{\partial p_{cwo}}{\partial t} + \frac{\partial p_g}{\partial t} - \frac{\partial p_{cgo}}{\partial t}\right) + \phi C_{wT}\frac{\partial T_w}{\partial t} + \phi^o C_{RT}\frac{\partial T_R}{\partial t}\right] + \phi\rho_w \frac{\partial s_w}{\partial t} \\ -\nabla\cdot\left[\rho_w \frac{Kk_{rw}}{\mu_w}\left(\nabla P_g + \nabla P_{cwo} - \nabla P_{cgo} - \rho_w \mathbf{g}\right)\right] = q_w \end{aligned} \tag{20}$$

$$s_g \rho_g \left[\left(\phi C_g + \phi^0 C_R \right) \frac{\partial p_g}{\partial t} + \phi C_R \left(\frac{\partial p_{cwo}}{\partial t} - \frac{\partial p_{cgo}}{\partial t} \right) + \phi C_{gT} \frac{\partial T_g}{\partial t} + \phi^{oT} C_{RT} \frac{\partial T_R}{\partial t} \right] + \phi \rho_g \frac{\partial s_g}{\partial t} - \nabla \cdot \left[\rho_g \frac{K k_{rg}}{\mu_g} \left(\nabla p_g - \rho_g \mathbf{g} \right) \right] = q_g \quad (21)$$

Modelo para la combustión in-situ considerando la expansión térmica

Balance de masa

En principio, es posible escribir ecuaciones gobernantes para el transporte en la matriz porosa y en la fractura de manera independientes. Sin embargo, esto hace un poco más complicado la solución de las ecuaciones en el simulador, por lo que se recurre al uso de ecuaciones válidas en todo el sistema con parámetros cuyos valores dependen del dominio de evaluación, es decir, en el medio poroso o en la fractura, en una manera discontinua.

De este modo, el balance de masa para la fase aceitosa puede escribirse como:

$$s_o \left[\left(\phi C_o + \phi^o(x) C_R \right) \left(\frac{\partial P_g}{\partial t} - \frac{\partial P_{cgo}}{\partial t} \right) + \phi^o(x) C_R \frac{\partial P_{cwo}}{\partial t} + \phi(x) C_{oT} \frac{\partial T_o}{\partial t} + \phi^{oT}(x) C_{RT} \frac{\partial T_R}{\partial t} \right] + \phi \rho_o \frac{\partial s_o}{\partial t} - \nabla \cdot \left[\rho_o \frac{K(x) k_{ro}}{\mu_o} \left(\nabla \rho_g - \nabla \rho_{cgo} - \rho_o g \right) \right] = q_o^{\ M} \quad (22)$$

De manera similar, el balance de masa para la fase acuosa es

$$s_w\rho_w\left[\left(\phi C_w+\phi^o(x)C_R\right)\left(\frac{\partial P_{wo}}{\partial t}+\frac{\partial P_g}{\partial t}-\frac{\partial P_{cgo}}{\partial t}\right)+\phi(x)C_{wT}\frac{\partial T_w}{\partial t}+\phi^o(x)C_{RT}\frac{\partial T_R}{\partial t}\right]$$
$$+\phi\rho_w\frac{\partial s_w}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_w\frac{K_{(x)}k_{rw}}{\mu_w}\left(\nabla P_g+\nabla P_{cwo}-\nabla P_{cgo}-\nabla P_w g\right)\right]=q_w{}^M \tag{23}$$

Mientras que para la fase gaseosa es:

$$s_g\rho_g\left[\left(\phi C_g+\phi^o(x)C_R\right)\frac{\partial P_g}{\partial t}+\phi(x)C_R\left(\frac{\partial P_{cwo}}{\partial t}-\frac{\partial P_{cgo}}{\partial t}\right)+\phi(x)C_{gT}\frac{\partial T_g}{\partial t}+\phi^{oT}(x)C_{RT}\frac{\partial T_R}{\partial t}\right]$$
$$+\phi\rho_g\frac{\partial s_g}{\partial t}-\nabla\cdot\left[\rho_g\frac{K_{(x)}k_{rg}}{\mu_g}\left(\nabla P_g-\rho_g g\right)\right]=q_g{}^M \tag{24}$$

Las fuentes-sumideros másicos q_o^M q_w^M y q_g^M se deben a la aparición o desaparición de ciertas fracciones de las fases debido a reacciones químicas o al intercambio másico que puede ocurrir entre las fases (por ejemplo evaporación, condensación, etc.).

Posterior a una cuidadosa manipulación de las ecuaciones descritas se obtiene un complejo sistema de ecuaciones el cual se resolvió usando un simulador de dinámica de fluidos computacional. Una vez finiquitado el código del modelo, se procedió a un riguroso análisis de sensibilidad numérica, convergencia de valores y comprobación de la fiabilidad de los resultados predichos por mismo programa.

Resultados y Discusión

A continuación se muestran gráficos de los resultados obtenidos, haciendo comparaciones entre el caso base donde no se incluye los términos de expansión térmica empatados con el caso donde se agregaron dichos términos.
En la Figura 3 que se muestra a continuación se comparan los perfiles de temperatura en determinados tiempos a lo largo del tubo y queda evidenciado que las temperaturas de la simulación donde se incluyen los términos de expansión térmica son menores, ya que el volumen de la roca aumenta por la expansión térmica, el calor generado por el frente de combustión es insuficiente para calentar la roca de la misma manera cuando esta incrementa su volumen, es por esto que los perfiles de temperatura en el caso base son mayores ya que el calor generado calienta más un volumen de roca menor.

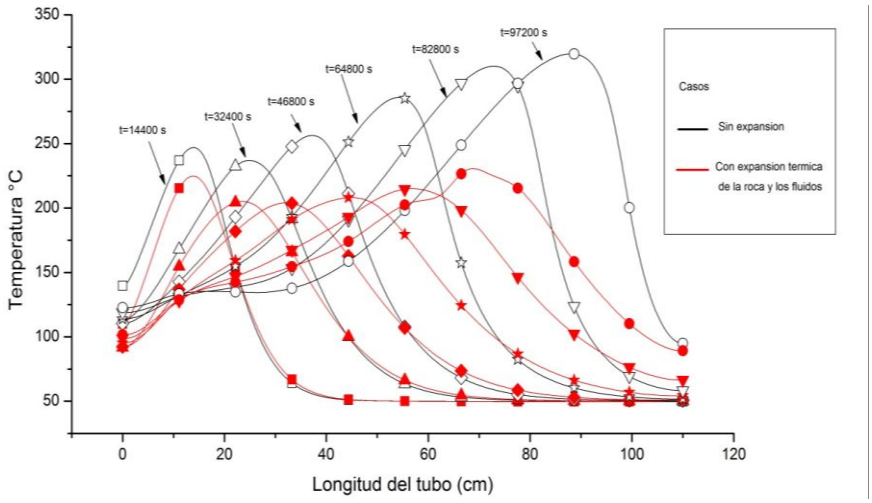


Figura 3.- Perfil de temperaturas

Saturación de aceite

En la Figura 4 se muestra la comparación entre las saturaciones de aceite del caso base y el caso con expansión térmica, en el grafico se observa que la saturación de aceite a lo largo del tubo en el caso base es mayor que en el caso con expansión térmica, esto debido a que el volumen de la roca aumenta por la expansión y el volumen de poros donde se almacena el aceite se reduce, esto lleva al aceite a canalizarse hacia donde el volumen de poros aún no se ha visto afectados por el incremento de volumen de roca.

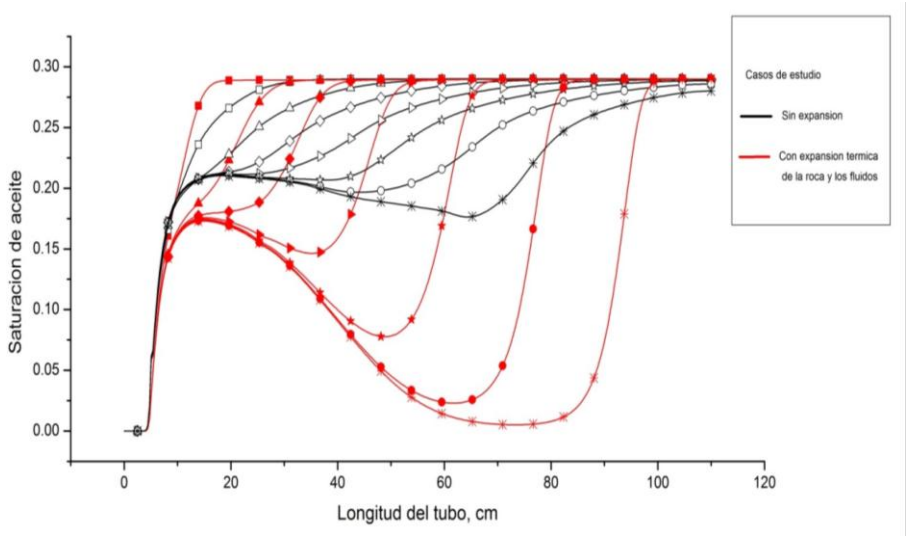


Figura 4.- Saturación de aceite

Producción de aceite

Uno de los objetivos que se tienen al realizarse las diferentes simulaciones y posteriormente los experimentos de laboratorio sobre la combustión in-situ, es conocer sus efectos en la producción de aceite. A continuación en la Figura 5 se muestra la comparación entre el caso base y el caso con expansión térmica.

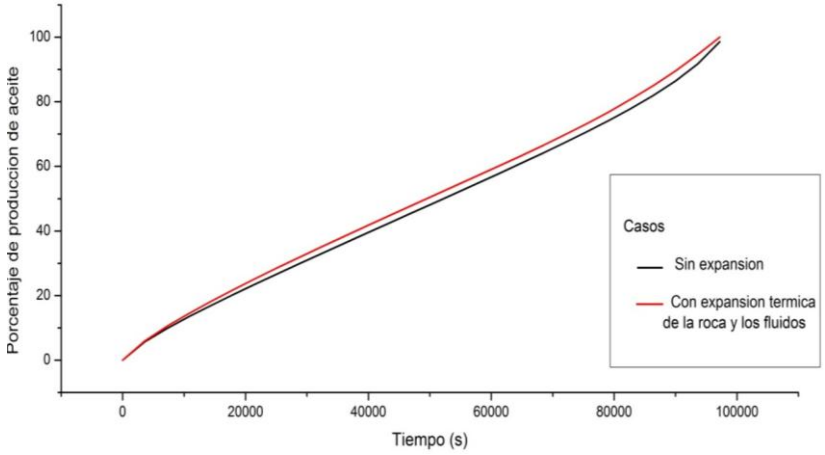


Figura 5.- Producción de aceite

En la figura se observa que la cantidad de aceite producido en el caso de expansión térmica es ligeramente mayor a la producida en el caso base, esto se debe con la expansión térmica aumenta el volumen de la roca y como consecuencia de esto el volumen de poro se ve disminuido, eso provoca que el aceite contenido en los poros se canalice a los poros a lo largo del tubo. Este hecho se traduce a que el aceite busca una salida debido a que el espacio donde está almacenado se reduce, por ello la producción aumenta.

A pesar de que la diferencia de producción es poca entre ambos casos, es de suma importancia que se incluyan los términos de expansión térmica ya que en una prueba de campo son las cantidades pueden ser significativas.

Conclusiones

Se presentó un modelo matemático para la descripción del transporte de cantidad de movimiento, masa y energía para el proceso de combustión in -situ donde se presentan altas temperaturas a escala de tubo de combustión. Dicho modelo se programó y se resolvió utilizando un simulador de dinámica de fluidos computacional el cual está basado en el método del elemento finito.

Los objetivos propuestos al comienzo de este reporte se logran cumplir y dentro de las conclusiones que se tomaron de acuerdo a los resultados fueron los siguientes:

- El perfil de temperatura y la saturación de aceite disminuyen en el caso baso con respecto al caso con expansión térmica.
- La producción de aceite aumenta cuando se incluyen los coeficientes de expansión térmica.
- Variando los coeficientes de expansión y de compresibilidad de la roca se nota una variación en los resultados.
- Es necesario incluir la expansión térmica de la roca y los fluidos para tener resultados cercanos a los de un experimento en laboratorio o prueba de campo.

Los resultados obtenidos en la simulación del caso con expansión térmica son los esperados en este trabajo.

Agradecimientos

Se expresa sus sinceros agradecimientos a:

Dr. Octavio Cazarez Candia y a Dr. Omar Christian Benítez Centeno por su colaboración para la elaboración de este trabajo.

Referencias

1. Angelone, S. y Cauhapé-Garibay, T. (2006). Permeabilidad de los suelos. Geología y Geotecnia. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina.
2. Bidner, Mirtha S. (2001) Propiedades de la roca y los fluidos en reservorios de petróleo. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
3. Chertenkov, M. y Stenin, P. (2012). Cuando las rocas se calientan: Las propiedades térmicas de la rocas de yacimiento. Oilfield Review, Schlumberger. Moscú , Rusia.
4. Heinemann, Zoltán E.(2005) Fluid flow in porous media. Petroleum engineering department, University of Leoben. Leoben, Austria.
5. Kumar M. (1987) Simulation of Laboratory In-Situ Combustion Data and Effect of Process Variations. Society of Petroleum Engineers. San Antonio, Texas, Estados Unidos.
6. Madera, C. G. A. (2012). Modelo de la combustión in-situ en sistemas fractura -medio poroso (f-mp). Programa de recuperación de Hidrocarburos.

México Distrito Federal, Instituto Mexicano del Petróleo. Estancia posdoctoral.

7. Robertson, Eugene C. (1988) Thermal properties of rocks. United States Department of the Interior Geological Survey. Reston, Virginia.

8. Sarathi, Partha S. (1998) In-situ combustion handbook – principles and practices National Petroleum Technology Office U.S. Department of energy, Tulsa, Oklahoma.

VISUALIZACIÓN DEL MEZCLADO DE FLUIDOS.

Edgar Castañeda Moreno[1]; **J. L. Luviano Ortiz**[2]; **E. Ramos**[3]; **G. Hernández Cruz**[3]; **Minerva Vargas** [1]

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Mor. – ecm@ier.unam.mx;* [2] *Universidad de Guanajuato Guanajuato Gto.,* [3]*Instituto de Energías Renovables IER-UNAM, Temixco, Mor., México.*

***Área de participación**: Termofluidos*

Se realizó un análisis de la formación de estructuras de mezclado al interior de un tanque cilíndrico con glicerina agitada por un impulsor radial centrado sin *baffles*. Los estudios consistieron en el análisis cualitativo de la visualización del fluido en agitación y un análisis cuantitativo de *software* por el método de Velocimetría por Imágenes de Partículas (PIV por sus siglas en inglés). Se desarrolló una metodología para medir la viscosidad del fluido de trabajo Se compararon los resultados obtenidos con los de la literatura consultada, con lo que se comprobó el correcto funcionamiento de los equipos y métodos utilizados.

Introducción

El mezclado es una operación fundamental en la mayoría de los procesos de la industria moderna que tiene como objetivo desordenar las partes que componen una sustancia con el objeto de incrementar su transferencia de calor y/o de masa. Comúnmente este proceso se lleva a cabo en aparatos de mezclado simples con un contenedor cilíndrico y un único impulsor sencillo centrado con respecto al tanque, este tipo de arreglo han demostrado tener una eficiencia limitada.

Recientemente las industrias han buscado aumentar la eficiencia del mezclado, pues dichos procesos dependen en gran medida de conocimientos empíricos. Por ello que se han desarrollado diversos métodos de visualización de fluidos con el objetivo de obtener conocimientos básicos acerca de la formación de estructuras al interior de los sistemas de agitación [1].

El PIV es un método no intrusivo de visualización que consiste en capturar una serie de imágenes de un plano iluminado al interior de un fluido sembrado con partículas que describen el movimiento del flujo. Posteriormente las imágenes se comparan en pares utilizando software especializado para determinar el campo de velocidades en su interior. Este método se ha utilizado con éxito para realizar estudios al interior de contenedores agitados y así conocer las estructuras de flujo a su interior [1-4].

Sistema Experimental

Se utilizó un equipo de agitación como el que muestra en la Figura 1. El diseño se basó en el aparato experimental de Hidalgo-Millán [1]. Fue construido en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCDET.

El equipo de agitación consta de un tanque contenedor cilíndrico de acrílico descubierto a la atmósfera sin *baffles* con un diámetro interno de 165 mm y con una altura de líquido de 165 mm. La agitación se realizó utilizando un impulsor radial sencillo tipo Turbina Rushton con un diámetro D=57 mm centrado en el contenedor con seis álabes cuadrados planos de 16 mm de lado distribuidos alrededor con un separación de 60° entre cada uno. La distancia del impulsor con respecto al fondo del contenedor es de 55 mm. Un motor de corriente directa de 0.5 HP alimentado con una fuente variable fue el encargado de mantener una velocidad de giro constante en el agitador de $N = 1$ rps.

Figura 1. Equipo de agitación

Para realizar la visualización se iluminó un plano de la sección central del contenedor con un espesor aproximado de 1 mm con un rayo láser de iones de argón *Laser Physics Reliant 150m* cuya longitud de onda 457< λ <514 nm y una lente de vidrio cilíndrica de 10 mm. Para reducir la distorsión visual causada por la geometría del contenedor se utilizó un contenedor cuadrado de acrílico lleno del mismo fluido de trabajo para crear un medio semicontinuo. Las partículas trazadoras utilizadas fueron esferas de vidrio huecas recubiertas de plata con un diámetro promedio de 10 µm con flotabilidad neutra. Se utilizaron dos tipos de cámaras para capturar la agitación, ambas colocadas perpendicularmente al plano de observación: una cámara *Handycam HDR-XR100* que grabó el área completa al interior del contenedor a 30 cuadros por segundo y una cámara *Phantom ViSiON Research MIRO EX1* que capturó la mitad del área interna del tanque a 50 cuadros por segundo. La figura 2 muestra el arreglo experimental del equipo de visualización.

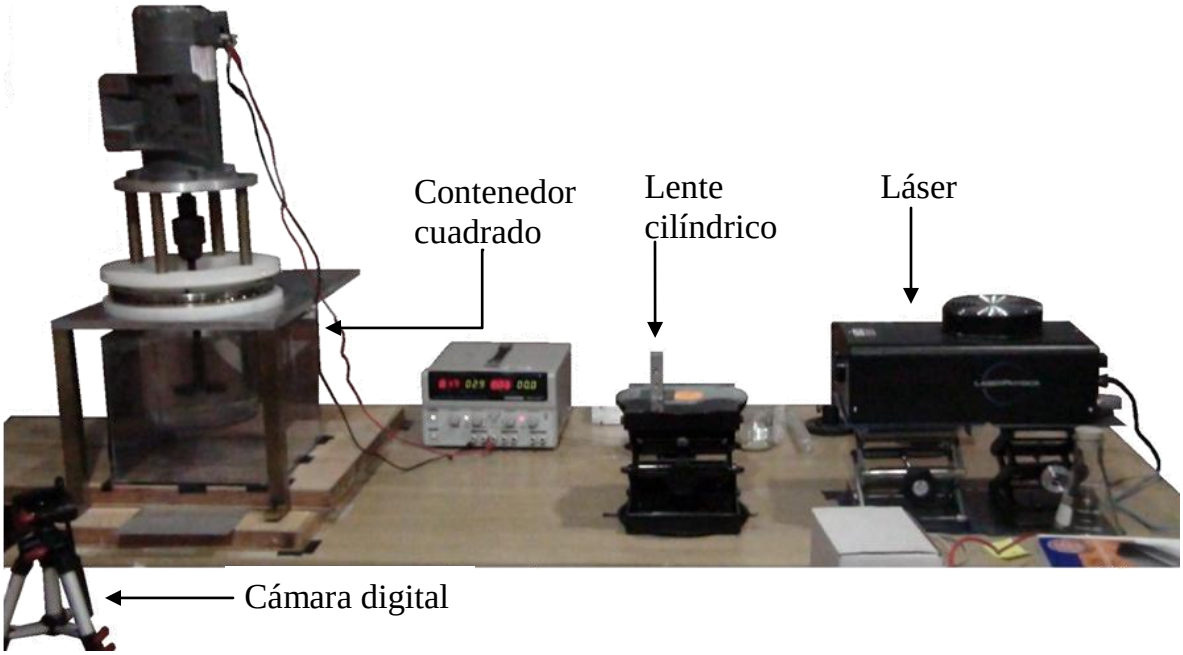


Figura 2. Equipo de visualización

El fluido de trabajo para llevar a cabo los análisis propuestos fue glicerina que es un fluido newtoniano, viscoso, translúcido e higroscópico, es decir, que absorbe agua del ambiente [4]. Es por esta última propiedad que se requiere conocer su grado de pureza y, con ello, determinar sus propiedades. Debido a que la viscosidad de la glicerina varía significativamente con respecto a la cantidad de agua que contiene se optó por determinar su pureza mediante la medición de este parámetro.

Para medir la viscosidad de la glicerina se utilizó un viscosímetro capilar *Cannon Fenske*. Se garantizaron condiciones de medición constantes mediante la utilización de un baño térmico, para evitar variaciones de temperatura, y un soporte universal, para mantener el equipo en posición vertical. Las mediciones se

tomaron en función del tiempo que le tomó al fluido fluir por entre dos marcas al interior del viscosímetro y dicho dato se multiplicó por un factor proporcionado por el fabricante.

Resultados y Discusión

Medición de viscosidad

Para comprobar que el método propuesto para la medición de viscosidad fuera el adecuado se hicieron 35 mediciones a una muestra de glicerina 100% pura en un rango de temperaturas entre 20 y 30 °C. Los resultados obtenidos se compararon con los de la literatura consultada [5-7] como se muestra en la Figura 3. Debido a su concordancia con los datos obtenidos de la bibliografía se determinó que dichos resultados son confiables y se procedió a medir la viscosidad de la glicerina de trabajo.

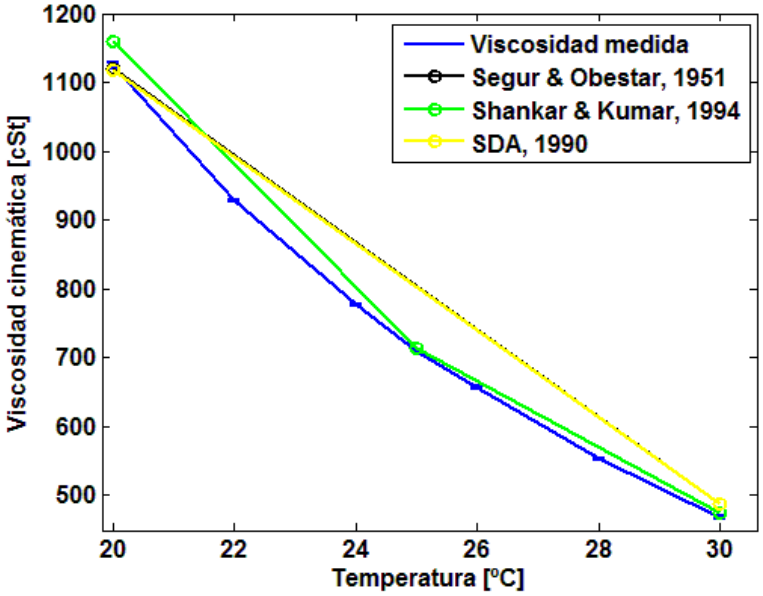


Figura 3. Comparación entre la viscosidad cinemática medida y la viscosidad cinemática consultada en la literatura.

Utilizando el mismo método antes descrito se midió la viscosidad de la glicerina a utilizar y se determinó su grado de pureza interpolando los resultados con de las tablas de la literatura consultada [5-7]. El valor hallado fue de ν = 103.24 cSt = 1.03x10^{-4} m^2/s, lo cual equivale a una pureza de 87.7%.

Para llevar a cabo la visualización del mezclado en régimen laminar como se propuso inicialmente se removió la mayor cantidad de agua posible de la glicerina de trabajo mediante el método de destilación. Nuevamente se midió su viscosidad y se comparó con los valores consultados en la literatura para obtener el grado de pureza. Los resultados de la medición de viscosidad cinemática tuvieron un valor entre ν = 1.88x10^{-4} m^2/s y ν = 2.37x10^{-4} m^2/s, lo cual equivale a una pureza entre 92.1% y 93.6% (Figura 4).

Finalmente, para comprobar que el mezclado se realizaría en régimen laminar a temperatura ambiente se calculó el número de Reynolds para el sistema de agitación con la fórmula mostrada en la Ecuación 1, donde $Re \leq$ 10,000 se considera régimen laminar y turbulento en caso contrario [8]. El valor del número de Reynolds se encontró en un rango de $13.7 \leq Re \leq 17.2$, lo cual lo sitúa en régimen laminar.

$$Re = \frac{ND^2}{\nu}$$ Ecuación 1

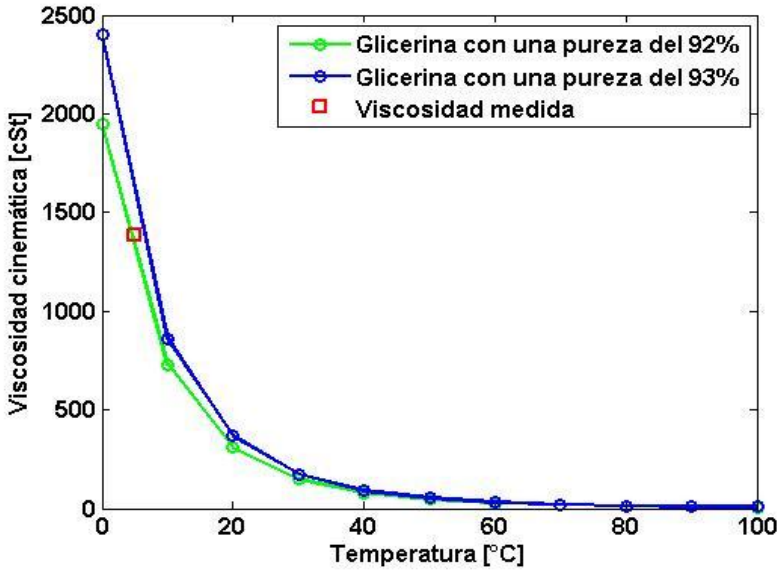


Figura 4. Determinación de la pureza de la glicerina de trabajo mediante su viscosidad cinemática medida

Visualización del mezclado

La visualización del mezclado comienza tras haber dejado la glicerina en agitación durante cuatro horas para observar el proceso en estado estable. Se considera que el tiempo inicial de la visualización ($t = 0$ s) comienza en el instante en que se encienden el láser y la cámara para la grabación del proceso. En el tiempo $t =$ 190.6 s se agrega una mezcla de partículas y glicerina desde la parte superior del contenedor mediante el uso de una jeringa por acción de la gravedad, es decir que no se aplicó presión para hacer caer las gotas de la mezcla. En total se agregaron 10 gotas. La duración de la visualización fue de 50 minutos en total.

Se observa la evolución del mezclado en la Figura 5. Se identificaron ocho zonas de mezclado por acción del impulsor las cuales mantuvieron su patrón de movimiento a lo largo de toda la visualización: cuatro zonas por sobre y por debajo del impulsor fueron causadas por la succión y empuje del agitador y rodean zonas de segregación donde no hay mezclado; en la línea central del contenedor se

observan dos más producidas por la velocidad de giro del eje; finalmente, en la parte superior del contenedor se encuentran dos zonas causadas en parte al movimiento del eje y a la diferencia de densidades dentro del fluido de trabajo.

Análisis PIV

Se hizo un análisis de *software* de PIV para obtener información cuantitativa del campo de velocidades al interior del contenedor como se muestra en la Figura 6. Se realizó una nueva visualización utilizando la glicerina con partículas usada anteriormente, la cual se dejó agitar durante dos horas previas a la captura de imágenes. Se grabaron únicamente dos minutos de video los cuales fueron analizados por el código libre para Matlab, PIVlab. Los vórtices observados por el *software* concuerdan con la información obtenida previamente mediante la visualización. La mayor concentración de velocidades al interior del contenedor se encuentra en la zona de entrada y salida del impulsor. Se observa el tamaño real de las zonas de segregación durante la agitación al centro de los vórtices, en las paredes del contenedor y en la superficie del fluido.

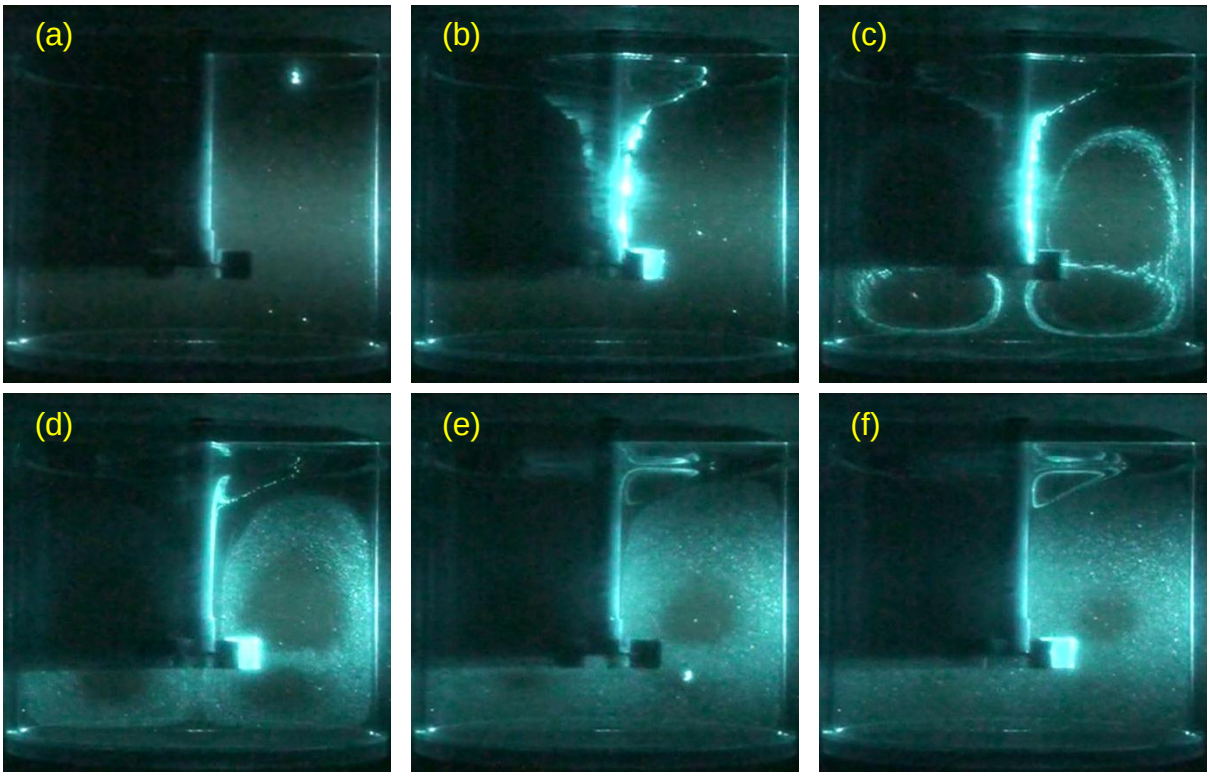


Figura 5. Evolución de las zonas de mezclado dentro del contenedor agitado a través del tiempo: (a) t = 190.6 s; (b) t = 255 s; (c) t = 288 s; (d) t = 360 s;(e) t = 600; y (f) t = 1080 s.

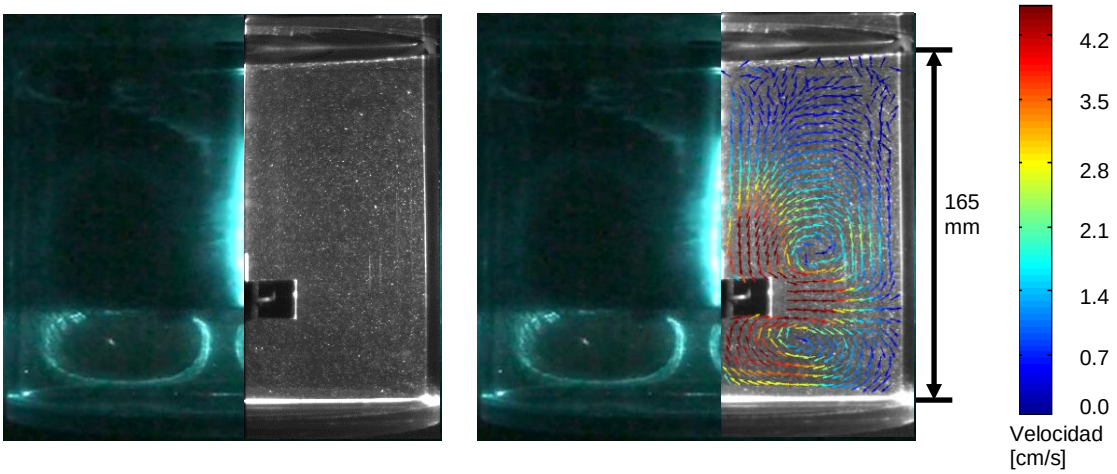


Figura 6: Campos de velocidades calculados por el *software* de PIV. La barra de color de la derecha muestra las velocidades registradas.

Conclusiones

● El método de medición de viscosidad propuesto durante el proyecto fue acertado debido a la buena concordancia que se tuvo con respecto a los datos consultados en la literatura, sin embargo, este puede ser mejorado si se cuenta con aparatos de medición con un mayor rango.
● La presencia de zonas segregadas al interior del contenedor que se pueden apreciar en los campos de velocidades calculados por el software de PIV indican que la zona de influencia del impulsor sólo se limita a una sección reducida del tanque contenedor.
● Dicha zona de influencia permanece constante durante todo el tiempo de mezclado, lo cual evita que lleve a cabo un mejor mezclado como se pudo observar en la visualización, en la cual tras casi una hora no se observó una buena integración de las partículas con el fluido.
● El incremento de la velocidad del fluido a la entrada y salida de los álabes debido a la succión y empuje de las paletas del impulsor es frenado casi inmediatamente al salir de esta área por la alta viscosidad del fluido, por lo cual se requiere de una mayor velocidad de giro en el impulsor o de un fluido menos viscoso para vencer este impedimento.
● La mayor parte del mezclado en un sistema de agitación clásico, como el que se trabajó durante el experimento actual, consistente en un impulsor sencillo centrado en régimen laminar provee un mezclado poco eficiente. Esto en términos del tiempo que le tomaría a un par de fluidos mezclados alcanzar un nivel de homogeneidad aceptable y en que habría zonas segregadas donde no se produciría mezclado alguno.

Agradecimientos

Agradezco a las instituciones que me permitieron llevar a cabo este proyecto, el Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) y el Instituto de Energías Renovables (IER).

Referencias

1. Mavros, P. Flow visualization in stirred vessels: A Review of Experimental Techniques. *Chemical Engineering Research and Design.* 2001, *79(2)*, 113-127.
2. Hidalgo-Millán, A; Taboada, B; Vega-Alvarado, L; Zenit, R; Ascanio, G; Enhancement of laminar mixing in stirred vessel using geometrical perturbations. *Journal of Applied Research and Technology*, 2012, *10(4)*, 520-534.
3. Raffel, M; Willert, C. E; Wereley, S. T; Kompenhans, J; *Particle image velocimetry: a practical guide*. Ed. Springer; Berlin, 2007.
4. Schroeder, A; Willert, C. E; *Particle image velocimetry: new developments and recent applications*. Ed. Springer; Berlin, 2008; Vol. 112.
5. The Soap and Detergent Association, Glycerine and Oleochemical Division; *Glycerine: an Overview*, 1990, 14.
6. Segur, J. B; Oberstar, H. E; Viscosity of glycerol and its aqueous solutions. *Industrial & Engineering Chemistry*. 1951, *43(9)*, 2117-2120.
7. Shankar, P. N; Kumar, M; Experimental determination of the kinematic viscosity of glycerol-water mixtures. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and Physical Sciences*, 1994, *444(1922)*, 573-581.
8. Sinnott, R. K; *Coulson and Richardson's Chemical Engineering*. Ed. Elsevier; Londres, 1996; Vol. 6.

MODELO FÍSICO REDUCIDO DE ROMPEOLAS SUPERFICIALES PERMEABLES CON AMPLIACIÓN DE BERMA”

J. Miguel Ramírez-Cuevas.[1], J. Roberto Ruiz Y Zurvia-Flores.[2], Lucio Fragoso-Sandoval.[2]

[1] Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de la Tierra. Calzada Tecnológico No. 27. Zacatepec, Morelos. C.P. 62780. jose.rc@itzacatepec.edu.mx
[2] Instituto Politécnico Nacional. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIA, Unidad Zacatenco Av. Miguel Bernard S/N, Edificio de Posgrado e Investigación anexo al edificio 12. Unidad Profesional "Adolfo López Mateos, Col. Lindavista, Zacatenco, México, D. F. C.P. 07300. jaruizz@ipn.mx y lfragoso@ipn.mx

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

RESUMEN

México forma parte de una de las mayores zonas comerciales del mundo, además, tiene una excepcional ubicación geográfica que lo convierte en un vínculo natural entre América del Norte, Centro y Sudamérica, así como entre las Cuencas del Pacífico y del Atlántico, teniendo con esto, que en México se realicen actividades de intercambio comercial que se desarrollan principalmente por la vía marítima a través de los puertos, los cuales deben brindar instalaciones y servicios de calidad; para lo cual, deben contar con obras de protección adecuadas que den seguridad y resguardo tanto a las embarcaciones atracadas como a las instalaciones y servicios con las que cuenta el recinto portuario. Además, actualmente los puertos en México manejan más carga, por lo que necesitan estar mejor protegidos de manera adecuada para operar el mayor tiempo posible; por lo tanto es necesario que las obras de protección como es el caso de los rompeolas sean cada vez más eficientes. [RAMIREZ, 2009].

Actualmente y debido a que algunos rompeolas en los puertos Mexicanos son muy antiguos, ya que fueron construidos a principios del siglo pasado, y a los frecuentes eventos meteorológicos, estos presentan daño en su estructura, además también de tener bajas cotas de coronamiento (4.5 metros o menos), permitiendo que la ola rebase al rompeolas (overtopping), lo que ocasiona que el oleaje de tormenta afecte considerablemente a las operaciones portuarias, presentándose así, agitación en el recinto portuario, y ocasionando que los buques no puedan realizar sus actividades de carga y descarga de productos y mercancías, generando así, pérdidas económicas, de equipo, instalaciones, y algunas veces, de vidas humanas.

Por lo anterior, es de gran motivo considerar pertinente el llevar a cabo un estudio en un modelo físico reducido de un rompeolas de enrocamiento superficial permeable con características de los rompeolas construidos a principios del siglo pasado, con cotas de coronamiento bajas (aproximadamente 4.5 metros), que así mismo se encuentran dañados presentando rebase de oleaje en condiciones de tormenta (estructura tipo), a lo cual se le propone implementar una berma con dos diferentes anchos de corona de 10 y 20 metros, y dos taludes diferentes de 1.5:1 y 2:1 para conocer mediante el análisis y experimentación su comportamiento, y de esta manera establecer el diseño más adecuado para este tipo de estructuras ante la incidencia de oleaje irregular extremo. Pretendiendo con esto minimizar el rebase del oleaje (overtopping), y así mismo disminuir los costos de construcción, ya que estas son rocas de menor tamaño; es decir, más pequeñas comparadas con las rocas de la capa de coraza o la implementación de elementos artificiales como rehabilitación del rompeolas.

INTRODUCCIÓN

Los Puertos son fundamentales para el apoyo del crecimiento de cualquier nación, pues en ellos se realizan actividades de comercio marítimo, industrial, pesquero y turístico, convirtiéndose así en importantes polos de desarrollo; teniendo como requerimiento que sean eficientes. Para esto, se debe contar con la infraestructura necesaria, adecuada y en óptimas condiciones; dentro de esta, y siendo de vital importancia, se tienen las obras de protección (rompeolas y escolleras), que tienen como función minimizar la incidencia del oleaje y con esto generar una zona de calma dentro del puerto para que las embarcaciones puedan realizar sus operaciones de carga y descarga de mercancías.

Algunas de estas obras de protección en México, fueron construidos a finales del siglo XIX y principios del XX, teniendo con esto daños en su estructura, además de presentar cotas bajas de coronamiento, generando con esto problemas en la zona portuaria.

Dentro del estado del arte se encontraron los rompeolas de berma, estudiados y construidos en diferentes países del mundo. Los cuales han tenido gran funcionalidad para mitigar el oleaje y al mismo tiempo, presentar costos más económicos de construcción comparado con rompeolas convencionales de enrocamiento. Al ser estas una alternativa de solución, se estudiaron las bermas como implementaciones a los rompeolas con daños y con cotas bajas de coronamiento para ser rehabilitados y mejorar su operatividad y funcionalidad.

Para el estudio de esta alternativa se efectuó un modelo físico reducido en un canal de oleaje angosto con generador de oleaje irregular ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, donde se empleó un equipo de medición de oleaje controlado por computadora para recabar y posteriormente analizar los datos de oleaje obtenidos. En cada ensayo se evaluó el rebase del oleaje (overtopping); además se empleó equipo de fotografía y video para registrar los efectos del oleaje sobre la obra de protección, y un perfilador de fondo manual para obtener el perfil de la sección después de cada ensayo y conocer el comportamiento y estabilidad de la estructura (para cada berma).

De los análisis de resultados se obtuvieron gráficos del comportamiento del rebase del oleaje utilizando varios métodos encontrados en el estado del arte como: (Owen, Jorgen Juhl y Peter Sloth, y van der Meer utilizando para este último dos criterios), y la estabilidad de las diferentes bermas, comprobándose además, que estás son una solución al problema actual de las estructuras de protección (minimización del rebase del oleaje) y que su grado de eficiencia dependerá del ancho y talud de las mismas.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Durante años, los modelos físicos han sido una herramienta importante para resolver problemas en la Ingeniería Hidráulica. En la actualidad se disponen de técnicas avanzadas y muchas otras sofisticadas para la modelación física de fenómenos hidráulicos; permitiendo predecir con alto grado de certidumbre lo que puede ocurrir en el prototipo y por consiguiente obtener los mejores resultados de funcionalidad, estabilidad, diseño, economía, entre otras ventajas, obteniendo con esto un mejor conocimiento y diseño de las obras y estructuras por construir. Por lo que es de suma importancia utilizar modelos hidráulicos, ya que estos nos permitirán obtener los resultados buscados antes de realizarse la obra, dejándonos como antecedente las posibles fallas y soluciones que se necesiten para la realización óptima de ésta. [Vergara, 1993]

Para Ancona (1984), los modelos son estructuras (materiales o conceptuales) que presentan similitudes con las características importantes del objeto o proceso que se estudia. Además de que un modelo es la expresión simbólica o material de una situación o proceso determinado.

2.1 Instalación, equipo e instrumentación.

Dentro de la modelación se tiene que la instalación, el equipo e instrumentación siempre vendrán a formar parte fundamental e importante dentro de los estudios en modelos a escala reducida.

La ***instalación*** empleada en el estudio, es uno de los canales con que cuenta el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura de la Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional. Este canal de oleaje angosto está prácticamente conformado por paredes de concreto, y en algunos tramos del canal con paredes de acrílico reforzado con acero estructural; el espesor de acrílico es de 15 mm. Las dimensiones del canal son las siguientes: 24.50 metros de longitud, 0.66 metros de ancho y 0.90 metros de profundidad.

Figura 1. Canal de oleaje angosto del Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, I.P.N.

Para la generación del oleaje, existen ***equipos*** que pueden reproducir olas regulares e irregulares. Para el oleaje regular, los modelos son sometidos a la acción de un oleaje idealizado, un oleaje que no se presenta en la naturaleza; donde la altura de ola y el periodo tienen una directa relación. Para el caso del oleaje irregular es posible ensayar modelos bajo la acción de la simulación de trenes de ola o algunos espectros de energía como realmente se presenta en la naturaleza (prototipo). Para estas olas se requiere de un mecanismo capaz de generar un movimiento en el agua periódicamente que puede ser de manera articulada o por un pistón hidráulico; este último de mayor ventaja porque es capaz de reproducir las características del oleaje con mayor exactitud, y además por lo general, pueden controlarse por un equipo de cómputo.

El canal de oleaje angosto utilizado, está provisto de un generador de oleaje que reproduce señales de oleaje regular e irregular mediante una paleta de tipo pistón (figura 2), cuyos movimientos son de tipo traslacional generados por un gato hidráulico, el cual es controlado por un equipo de cómputo, (figura 3).

Generador de oleaje regular e irregular.

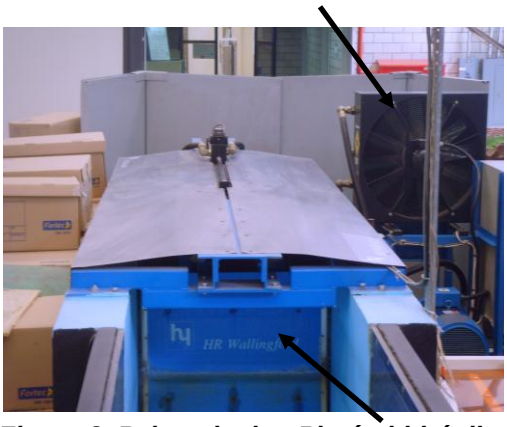


Figura 2. Paleta de tipo Pistón hidráulico.

Control maestro del generador de oleaje

Figura 3. Equipo de cómputo que controla el generador de oleaje.

El generador de oleaje es controlado y operado con un equipo de cómputo, el cual cuenta con un software llamado WAVEGEN, el cual permite simular las condiciones del mar dependiendo de las necesidades del estudio o proyecto y de forma variable.

Como ***instrumentación*** para la medición de oleaje a reproducir en los ensayos, se pueden utilizar sensores de oleaje de tipo resistivo. Estos sensores transmiten las señales analógicas recabadas hacia un ológrafo de cuatro canales que las amplifica y envía a un convertidor de señales (analógico/digital) con que cuenta el equipo de cómputo.

Figura 4. Sensor de oleaje de tipo resistivo

También se cuenta con un perfilador de fondo manual, el cual está graduado al milímetro para levantar los perfiles de las diferentes estructuras utilizadas en el estudio y así poder obtener los valores para ser graficados posteriormente.

2.2 Diseño y construcción del modelo.

Dentro de la modelación, el diseño y construcción del modelo o de la estructura a representar y estudiar, se debe cumplir con las condiciones de similitud, con las escalas adecuadas, con el diseño y construcción óptima, así como del buen estado y funcionamiento de las instalaciones, el equipo y la instrumentación.

Diseño del modelo

En México el tipo de rompeolas que más se construyen son los rompeolas a talud, donde el talud recomendado para las condiciones de las playas mexicanas, según las experiencias en la materia y en la optimización económica son: talud para el lado mar 2:1; talud para el lado protegido oscila entre 1.25:1 y 1.5:1, así mismo para el morro se recomienda un talud 2:1 en todas direcciones, ya que presenta concentraciones de energía en todo el cuerpo. [DACE-II, 1984] y [Ruiz, 2007]

La sección transversal de una escollera o de un rompeolas generalmente está formada de 3 capas principales que son: Núcleo, Capa secundaria y Coraza. La primera sirve como soporte y relleno a la estructura y es de tipo masivo; está formado con roca y rezaga que no tiene el peso necesario para ser elemento de coraza o de la capa secundaria y se obtiene de la cantera al extraer los elementos para la coraza y capa secundaria. La Capa Secundaria sirve para soportar los elementos de la coraza y además como filtro para evitar que salgan los elementos de la capa en que se apoya. Puede haber una o más capas secundarias cada una formada con dos capas de elementos. Por último, la Coraza (capa primaria), es la parte exterior de la estructura y está formada por una o dos capas de elementos; los que deben resistir la acción directa del oleaje. [C.F.E., 1983], [Ruiz, 2006].

Los pesos de los elementos de la capa correspondiente a la coraza de las obras de protección de ciertos Puertos de México oscila entre las 6 y 20 toneladas. En su mayoría se tienen pesos de aproximadamente 12 toneladas; por lo que se toma este valor para dicha capa del rompeolas con un rango de variación de ± 25 %; los elementos de la capa secundaria y núcleo, según lo especifica el manual de

obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E. 1983) se tomaron como W/10 y de W/200 a W/6000 respectivamente; es importante mencionar que el material utilizado para la construcción del modelo cuenta con un peso específico de 2.57 ton/m^3 para el caso de los elementos de las diferentes capas.

La fórmula más utilizada para calcular el peso de los elementos, es la propuesta por Hudson y está basada en la de Iribarren, siendo la siguiente:

$$W = \frac{\gamma_S H^3}{K_D (S_S - 1)^3 \cot\theta} \qquad \textbf{... (1.1)}$$

$\therefore$ W = 12 toneladas

Partiendo de ese valor se prosigue a calcular los pesos de las otras dos capas: núcleo y capa secundaria.

Para la capa secundaria se tiene: $\frac{W}{10}$ $\therefore$ W = 1.2 toneladas

Para la capa del núcleo se tiene: $\frac{W}{200 \ a \ 6000}$ $\therefore$ W = aproximadamente 60 kg.

La altura de la ola de diseño se obtuvo a partir de la fórmula de Hudson (1.1) para el peso de los elementos, de la cual despejando a H se obtuvo:

$$H = \sqrt[3]{\frac{W K_D (S_S - 1)^3 \cot\theta}{\gamma_S}} \qquad \textbf{... (1.2)}$$

Teniendo por consiguiente una altura de diseño de 5.20 metros. Sin embargo para el estudio se consideraron olas de 5.76 metros de altura.

Con respecto a los anchos de corona se tendrá que el ancho mínimo constructivo de la corona, tanto de la coraza como de la capa secundaria, se determina mediante la expresión que presentó Per Bruun en 1985, teniéndose:

$$B = nK_\Delta \left(\frac{W}{\gamma s}\right)^{1/3} \qquad \textbf{... (1.3)}$$

El ancho de corona para capa de coraza de aproximadamente 5.60 metros, y para la capa secundaria se tuvo un ancho de corona de 4.00 metros. Cabe hacer la aclaración de que las ecuaciones anteriores son aplicables para la capa de coraza y capa secundaria, en el caso del núcleo, el ancho de corona se establece

en función de la superficie de rodamiento necesario para la circulación de un vehículo de carga (camión de volteo) durante su construcción, siendo este de 3.0 metros como mínimo. De esta manera, y aplicando nuevamente la expresión de Per Bruun (1985), pero para la obtención de espesores se llegó a lo siguiente:

$$E = nK_{\Delta}\left(\frac{W}{\gamma s}\right)^{1/3} \qquad \textbf{... (1.4)}$$

El resultado del espesor para la capa correspondiente a la coraza es de 3.84 = 4.00 metros, el espesor de la capa secundaria de 2.00 metros aproximadamente; el manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad, presenta la siguiente ecuación para el cálculo del número de elementos en el talud.

$$N = nK_{\Delta}\left(1-\frac{p}{100}\right)\left(\frac{\gamma s}{W}\right)^{2/3} A \qquad \textbf{... (1.5)}$$

Cuando se realiza el colocado de la capa de coraza en la naturaleza (prototipo) comparado con la colocación de la roca del modelo, el número de las piezas difiere.

El número de capas de acuerdo a recomendaciones se opta por utilizar de 2 a 3 capas de coraza y de 2 a más capas secundarias. Además es importante tomar en consideración la relación de pesos de las capas para las condiciones de oleaje, ya sea rompiente o no rompiente.

Las variables que se presentaron en las ecuaciones anteriores (de la 1.1 a la 1.5) se definen a continuación:

W.- Peso del elemento, Ton.; n = Número de elementos que forman la capa
K_{Δ} = Coeficiente de capa; N = Número de elementos
Kd = Coeficiente de estabilidad, adimensional; H = Altura de ola, m
γs = Peso específico del elemento, Ton/m^3; P = Permeabilidad, adimensional
θ = Ángulo del talud de la estructura con respecto a la horizontal, (º)
A = Área de capa, que por lo general, se considera como unitaria, m^2
S_s= Densidad de los sólidos ($\gamma s\gamma$) donde γ es el peso específico del agua, adimensional.

Para el caso de la cota de coronamiento o la elevación de la corona del rompeolas del modelo, se encontraron algunos criterios que citan algunos autores como: Hunt en 1954, Hudson en 1959, Batjes en 1974, Gunbak en 1976, el manual de la C.F.E. 1983, Ahrens en 1988, Per Bruun en 1989, Pilarczyk en 1996 y Hughes en 2003, siendo los resultados muy variables entre estos, desde 2.0 m y 16.0 m en prototipo (5.0 cm y 40.0 cm en modelo). Sin embargo tomando en consideración

las dimensiones de los rompeolas promedio en México, las alturas de coronamiento oscilan entre los 3.0 y 7.5. Además tomando en cuenta que el estudio versa en la rehabilitación de viejos y dañados rompeolas, así como estructuras rebasables por el oleaje y considerando un promedio de dichas alturas en rompeolas de cota baja, se optó por la utilización de una altura de corona de 4.5 metros prototipo (11.25 cm en modelo).

Construcción del modelo

Para la construcción del modelo se tuvieron que realizar previamente una serie de actividades para que las instalaciones e instrumentos a utilizar se encontraran en las mejores condiciones para la realización del fenómeno a reproducir y a estudiar. Dentro de estas actividades se tuvieron las siguientes:

1. *Habilitado del perfil del fondo del canal. (figura 5)*
2. *Mantenimiento del amortiguador de oleaje irregular. (figura 6)*
3. *Construcción de un depósito de aforo. (figura 7)*
4. *Obtención, clasificación y pintado de la roca a utilizar. (figura 8)*
5. *Mantenimiento al perfilador de fondo manual. (figura 9)*
6. *Trazado y elaboración de los escantillones. (figura 10)*

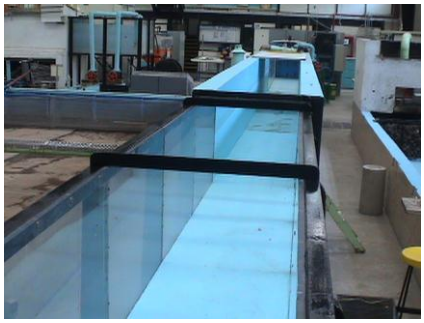


Figura 5. Nuevo perfil playero en el canal de oleaje angosto con su respectiva limpieza, cepillado y pintado.

Figura 6. Terminación del mantenimiento del amortiguador y posteriormente colocado de este dentro del canal de oleaje angosto.

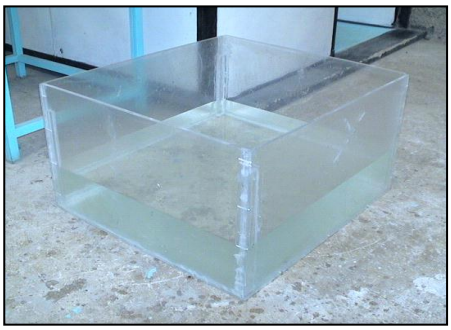


Figura 7. Verificación de las juntas del depósito de acrílico, que se utilizó para medir el volumen del rebase del oleaje.

Figura 8. Obtención de las rocas para las diferentes capas del rompeolas (rompimiento, pesado, clasificado y pintado de cada roca).

Figura 9. Perfilador de fondo manual que sirvió de apoyo al instrumento para medir los niveles de las

Figura 10. Colocado de los escantillones dentro del canal de oleaje angosto (guía en el proceso de construcción de la secciones

Después de establecer la sección del rompeolas en estudio, se colocó el material para las diferentes capas de la estructura dentro del canal de oleaje angosto (figura 11), y posteriormente con base al estado del arte y las condiciones del equipo e instalación, así como a las características de los rompeolas existentes en México, tres diferentes bermas a estudiarse (Tabla 1).

Figura 11. Colocación de las diferentes capas del rompeolas tipo.

Tabla 1. Anchos de las bermas en modelo y prototipo.

Rompeolas	Talud	Ancho de berma (p)	Ancho de berma (m)
Rompeolas con berma (roca)	**2:1**	**10 m**	**25 cm**
Rompeolas con berma (roca)	**2:1**	**20 m**	**50 cm**
Rompeolas con berma (roca)	**1.5:1**	**20 m**	**50 cm**

3. ENSAYOS

En el estudio se consideró una sección de un rompeolas promedio en México (sección o estructura tipo) y tres secciones de ampliaciones de berma (la primera con talud de 2:1 y ancho de corona de 10 metros, la segunda con un talud 2:1 y ancho de 20 metros, y una tercera con un talud 1.5:1 y ancho de corona de 20 metros). La primera y segunda berma se sometió a una incidencia de 11,000 olas; mientras que la tercera berma a 12,000 olas; en las cuales se fueron variando la altura y periodo de estas (de menor a mayor) hasta obtener una estabilidad dinámica de cada una de las bermas, frente al embate de oleaje de tormenta.

Es menester mencionar que aproximadamente los cinco primeros ensayos para cada estructura no presentaron problema alguna; por lo que se harán mención de los ensayos finales para cada estructura (ensayos, 8, 9, 10 y 11).

Ensayos para rompeolas sin berma (primera estructura tipo).

Al final de los ensayos para esta primera estructura el ascenso máximo rebasa por completo la corona de la estructura. Se observó que la mayoría de las olas rebasaban la misma. Se presentaron desplazamientos de algunas rocas de las diferentes franjas del rompeolas tipo. (Figuras 12 y 13).

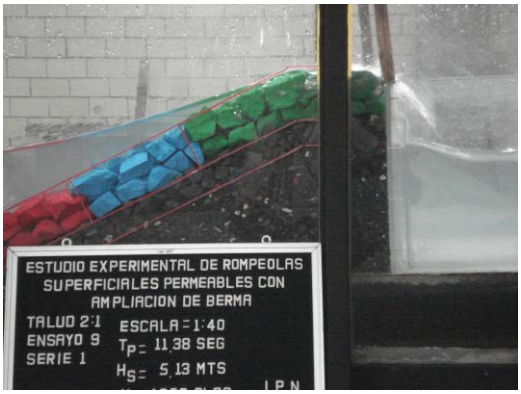


Figura 12. Rompeolas tipo (Estructura sin berma), talud 2:1, Tp = 11.38 segundos y Hs = 5.13 metros. 9000 olas acumuladas.

Figura 13. Rompeolas tipo (Estructura sin berma), talud 2:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 10,000 olas acumuladas.

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 2 con berma, talud 2:1, ancho de berma de 10.0 metros)

En los ensayos 9, 10 y 11, se encontro que el mayor desplazamiento de las rocas de berma correspondió a la franja blanca y verde. Además también hubo un reacomodo de la berma y movimiento de sus elementos. Se observó que estas condiciones de oleaje hicieron que la franja de la berma de color verde quedará casi descubierta; además, la franja de color azul perteneciente a la coraza quedó un poco descubierta. Hubo un total de 20 rocas de berma desplazadas hacia el lado puerto. Se observaron aproximadamente 130 rebases de oleaje (overtopping). El ascenso máximo se dio en la roca de coraza; mientras que el descenso máximo se llegó a presentar en la franja superior azul. (Figuras 14 y 15).

Figura 15. Ensayo 10. Primera berma con talud 2:1; Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 10,000 olas acumuladas.

Figura 14. Ensayo 11. Primera berma con talud 2:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 11,000 olas acumuladas.

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 3 con berma, talud 2:1, ancho de berma de 20.0 metros)

En los ensayos 10 y 11 el ascenso máximo (Run-up) se presenta en la parte inicial de la coraza, el descenso máximo (Run-down) se encontró a la mitad de la franja roja de la berma. La roca de la franja verde de la berma se desplazó en mayor cantidad a la franja azul, en menor cantidad a la franja roja y coraza. La roca de la berma de color roja fue desplazada hacia la franja azul de la berma y solo unas cuatro rocas fueron desplazadas hacia la franja verde. Los desplazamientos mayores se encuentran en la parte superior del ancho de la berma (en la coraza). También se observó que la ampliación de berma reduce en gran medida la energía del oleaje, y fue notorio también una deformación con respecto al perfil original, adoptando una forma de “S” visible. (Figuras 16 y 17)

Figura 16. Ensayo 10. Segunda berma con talud 2:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 10,000 olas acumuladas.

Figura 17. Ensayo 11. Segunda berma con talud 2:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 11,000 olas acumuladas.

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 4 con berma, talud 1.5:1, ancho de berma de 20.0 metros)

Con respecto a los ensayos 7, 8 y 9, el ascenso máximo se dio en la parte media de la coraza. El descenso máximo se presentó entre la mitad y la parte superior de la franja roja. Existe mayor salpicado, mayor movimiento y desplazamiento de roca, principalmente de color blanca, roja y verde. Se observó un perfil tendiente a la forma de “S”. Se presentó mayor rebase de ola (overtopping). También se observó que la berma amortigua el oleaje; es decir, disipa la energía de la ola en gran medida. (Figura 18 y 19).

Figura 18. Ensayo 11. Tercera berma con talud 1.5:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 11.000 olas acumuladas.

Figura 19. Ensayo 12 Tercera berma con talud 1.5:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 12.000 olas acumuladas.

Como en el ensayo 10 y 11 aún se presentaban movimientos y desplazamientos de la roca de berma, se realizó un ensayo más, presentándose que el perfil que presenta la estructura permite la disipación de la energía del oleaje. Está es en forma de “S”, presentándose también una estabilidad en la estructura. Los movimientos y desplazamientos son mínimos y solo se reacomodan las rocas de berma. El ancho de la corona de la berma presentó una reestructuración, ya que algunas rocas de berma pertenecientes a la corona (franja blanca principalmente) se desplazaron hacia el cuerpo de la coraza y corona de esta, lo que permitió observar una pequeña barrera creando con esto que la ola rompiera en esta parte que se formó.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados correspondientes a las mediciones de la descarga de agua por rebase de la estructura (como resultado de la transmisión del oleaje por rebase) fueron validados con tres criterios localizados en el estado del arte: Owen (1980), Van der Meer (1992), y Jorgen Juhl y Peter Sloth (1994).

Una vez procesado los resultados, se prosiguió con el análisis de la información obtenida de los ensayos, observaciones y cálculos. Para lo cual fue necesario realizar unas tablas de cálculo y comparar los criterios anteriormente mencionados obteniendo lo siguiente: (tablas 2 a la 5).

Tabla 2. Análisis de resultados para el rompeolas sin berma (rompeolas tipo).

ESTRUCTURA 1. ROMPEOLAS SIN BERMA										
Rc/Hs	Longitud Ola	Altura Incide	Periodo ola	Esbeltez de ola (Hs/L)	Coeficiente C	Q calculado Owen 1980	Q calculado Jorgen Juhl 1994	Q calculado Van der Meer 1992	Q máximo para Van der Meer 1992	Q rebase ($m^3/s*m$)
3.75	**43.19**	**1.20**	**5.39**	0.0278	12.8039	2.2183E-03	1.7053E-07	1.1726E-04	2.7983E-09	0.0000E+00
3.10	**49.69**	**1.45**	**5.87**	0.0292	12.8039	5.3917E-03	4.2403E-06	6.0600E-04	1.0723E-07	0.0000E+00
2.76	**53.72**	**1.63**	**6.17**	0.0303	12.8039	8.5697E-03	2.3790E-05	1.4516E-03	7.5943E-07	3.9496E-06
2.20	**65.61**	**2.05**	**7.07**	0.0312	12.8039	2.1085E-02	4.3689E-04	7.8081E-03	2.0285E-05	1.0288E-05
1.89	**71.43**	**2.38**	**7.52**	0.0333	12.8039	3.1836E-02	2.1441E-03	1.7668E-02	1.2353E-04	8.9067E-04
1.51	**80.83**	**2.99**	**8.26**	0.0370	12.8039	5.4715E-02	1.6943E-02	5.3136E-02	1.2928E-03	5.6948E-03
1.32	**88.34**	**3.42**	**8.86**	0.0387	12.8039	7.4438E-02	4.8373E-02	9.9189E-02	4.2307E-03	1.7178E-02
1.13	**96.73**	**3.99**	**9.54**	0.0412	12.8039	1.0073E-01	1.4064E-01	1.8703E-01	1.4169E-02	5.8145E-02
1.00	**103.80**	**4.48**	**10.12**	0.0432	12.8039	1.2438E-01	2.8923E-01	2.9274E-01	3.2016E-02	1.4005E-01
0.93	**109.49**	**4.86**	**10.59**	0.0444	12.8039	1.4362E-01	4.6309E-01	3.9764E-01	5.4422E-02	2.3285E-01

Tabla 3. Análisis de resultados para el rompeolas con la primera ampliación de berma.

ESTRUCTURA 2. ROMPEOLAS CON BERMA (ancho de corona 10 m; talud 2:1)										
Rc/Hs	Longitud Ola	Altura Incide	Periodo ola	Esbeltez de ola (Hs/L)	Coeficiente C	Q calculado Owen 1980	Q calculado Jorgen Juhl 1994	Q calculado Van der Meer 1992	Q máximo para Van der Meer 1992	Q rebase ($m^2/s*m$)
4.21	**42.91**	**1.07**	**5.37**	0.0249	12.8039	1.5795E-03	1.8587E-08	5.9010E-05	2.2044E-10	0.0000E+00
3.41	**49.15**	**1.32**	**5.83**	0.0269	12.8039	4.1933E-03	9.3755E-07	3.6202E-04	1.9005E-08	0.0000E+00
2.90	**57.46**	**1.55**	**6.45**	0.0270	12.8039	9.1790E-03	1.1920E-05	1.5147E-03	3.3567E-07	0.0000E+00
2.45	**64.69**	**1.84**	**7.00**	0.0284	12.8039	1.6960E-02	1.2197E-04	4.8736E-03	4.6881E-06	0.0000E+00
1.88	**70.91**	**2.39**	**7.48**	0.0337	12.8039	3.1573E-02	2.2292E-03	1.7540E-02	1.2953E-04	3.1810E-06
1.56	**77.80**	**2.89**	**8.02**	0.0371	12.8039	4.8975E-02	1.2686E-02	4.3149E-02	9.3708E-04	1.8065E-04
2.01	**85.85**	**2.24**	**8.66**	0.0261	12.8039	4.1692E-02	1.2253E-03	2.4622E-02	6.1011E-05	1.4190E-03
1.26	**92.30**	**3.57**	**9.18**	0.0387	12.8039	8.3648E-02	6.6374E-02	1.2422E-01	6.0149E-03	1.1647E-02
1.13	**100.39**	**3.99**	**9.84**	0.0397	12.8039	1.0641E-01	1.4228E-01	2.0260E-01	1.4169E-02	5.0218E-02
1.02	**108.16**	**4.40**	**10.48**	0.0407	12.8039	1.2961E-01	2.6394E-01	3.0393E-01	2.8339E-02	1.0604E-01
1.01	**109.61**	**4.47**	**10.60**	0.0408	12.8039	1.3387E-01	2.9048E-01	3.2462E-01	3.1538E-02	1.7857E-01

Tabla 4. Análisis de resultados para el rompeolas con la segunda ampliación de berma.

ESTRUCTURA 3. ROMPEOLAS CON BERMA (ancho de corona 20 m; talud 2:1)										
Rc/Hs	Longitud Ola	Altura Incide	Periodo ola	Esbeltez de ola (Hs/L)	Coeficiente C	Q calculado Owen 1980	Q calculado Jorgen Juhl 1994	Q calculado Van der Meer 1992	Q máximo para Van der Meer 1992	Q rebase ($m^2/s*m$)
2.38	**63.52**	**1.89**	**6.91**	0.0298	12.8039	1.7063E-02	1.6831E-04	5.0896E-03	6.8325E-06	0.0000E+00
1.92	**71.68**	**2.34**	**7.54**	0.0326	12.8039	3.1258E-02	1.8151E-03	1.6821E-02	1.0180E-04	0.0000E+00
1.59	**78.56**	**2.83**	**8.08**	0.0360	12.8039	4.8500E-02	1.0676E-02	4.1424E-02	7.6482E-04	0.0000E+00
1.44	**84.97**	**3.13**	**8.59**	0.0368	12.8039	6.3033E-02	2.4685E-02	6.9454E-02	1.9651E-03	8.2985E-06
1.28	**92.30**	**3.52**	**9.18**	0.0381	12.8039	8.2393E-02	6.0157E-02	1.1939E-01	5.3655E-03	3.2431E-03
1.16	**100.27**	**3.88**	**9.83**	0.0387	12.8039	1.0336E-01	1.1893E-01	1.8765E-01	1.1506E-02	2.2236E-02
1.08	**105.98**	**4.15**	**10.30**	0.0392	12.8039	1.1945E-01	1.8481E-01	2.5146E-01	1.8843E-02	5.6964E-02
1.06	**106.95**	**4.23**	**10.38**	0.0396	12.8039	1.2314E-01	2.0814E-01	2.6900E-01	2.1572E-02	8.4070E-02

Tabla 5. Análisis de resultados para el rompeolas con la tercera ampliación de berma.

ESTRUCTURA 4. ROMPEOLAS CON BERMA (ancho de corona 20 m; talud 1.5:1)										
Rc/Hs	Longitud Ola	Altura Incide	Periodo ola	Esbeltez de ola (Hs/L)	Coeficiente C	Q calculado Owen 1980	Q calculado Jorgen Juhl 1994	Q calculado Van der Meer 1992	Q máximo para Van der Meer 1992	Q rebase ($m^3/s*m$)
2.53	**62.86**	**1.78**	**6.86**	0.0283	12.8039	1.4952E-02	7.9838E-05	3.8482E-03	2.9056E-06	0.0000E+00
2.13	**68.72**	**2.11**	**7.31**	0.0307	12.8039	2.4411E-02	6.0920E-04	1.0132E-02	2.9305E-05	0.0000E+00
1.78	**78.18**	**2.53**	**8.05**	0.0324	12.8039	4.1372E-02	3.9483E-03	2.8352E-02	2.4252E-04	0.0000E+00
1.59	**90.57**	**2.83**	**9.04**	0.0312	12.8039	6.2256E-02	1.1133E-02	6.0153E-02	7.6482E-04	0.0000E+00
1.47	**91.56**	**3.07**	**9.12**	0.0335	12.8039	6.9819E-02	2.1701E-02	7.8916E-02	1.6494E-03	5.7274E-03
1.31	**104.65**	**3.44**	**10.19**	0.0329	12.8039	9.7695E-02	5.3070E-02	1.4902E-01	4.4411E-03	2.7443E-02
1.18	**107.92**	**3.81**	**10.46**	0.0353	12.8039	1.1314E-01	1.0799E-01	2.0931E-01	1.0021E-02	6.3103E-02
1.13	**109.25**	**3.99**	**10.57**	0.0365	12.8039	1.2028E-01	1.4601E-01	2.4205E-01	1.4169E-02	1.0299E-01
1.11	**107.56**	**4.07**	**10.43**	0.0378	12.8039	1.1982E-01	1.6462E-01	2.4663E-01	1.6381E-02	1.3818E-01

Una vez que se realizaron las tablas y la comparación en estas de lo obtenido a través de cada criterio con los resultados experimentales para cada sección de berma, así como el comportamiento de las mismas, se realizó una gráfica (figura 20), la cual relaciona los rebases vs la altura de ola incidente para el rompeolas tipo, y cada berma ensayada.

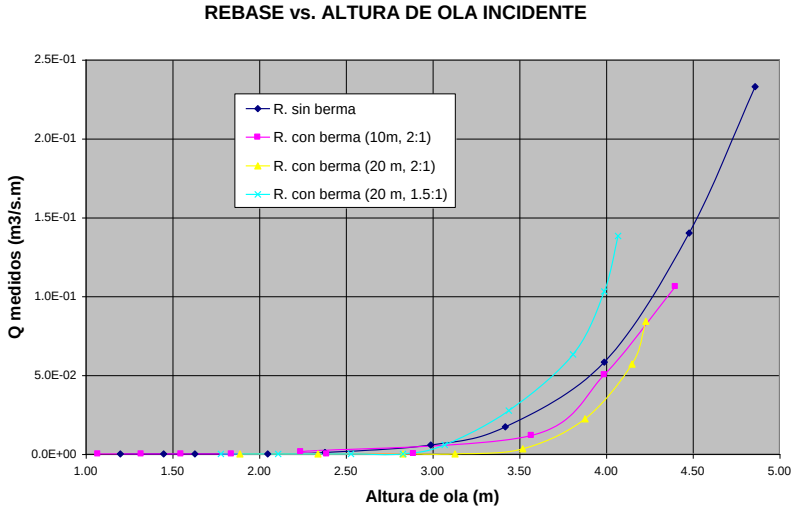
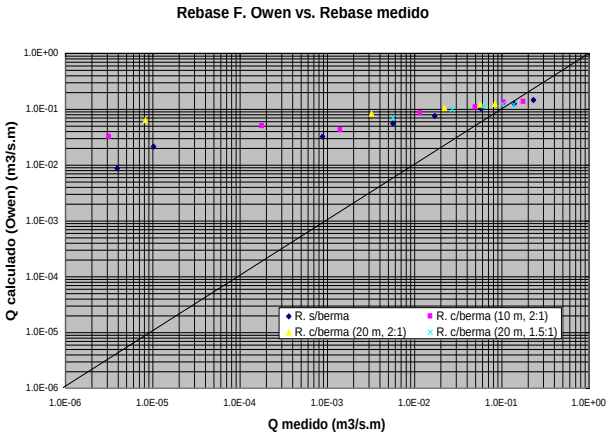


Figura 20. Descargas de rebase vs. Altura de ola incidente (Rompeolas sin berma y rompeolas con las diferentes bermas).

Así mismo, realizado el análisis de los datos con base a las tablas presentadas anteriormente, producto de los ensayos para cada ampliación de berma, se desarrollaron cuatro gráficas (figuras 21, 22, 23 y 24), en las cuales se relacionan los datos aportados por el estudio contra los criterios implementados por otros investigadores, obteniendo lo siguiente:



.

Figura 21. Gráfica correspondiente al rebase calculado (Owen) vs. Rebases medidos.

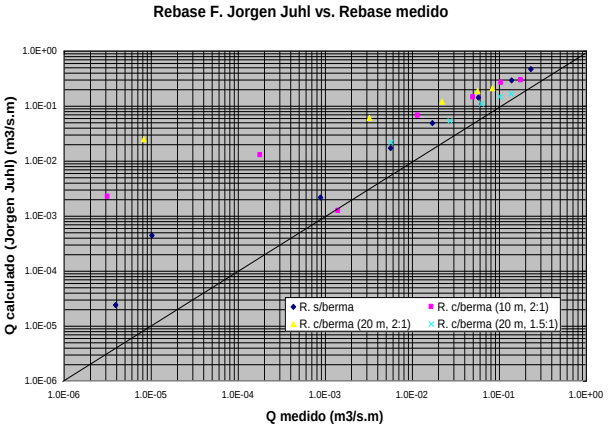


Figura 22. Gráfica correspondiente a las descargas de rebase calculado (Jorgen Juhl) vs. Rebases medidos.

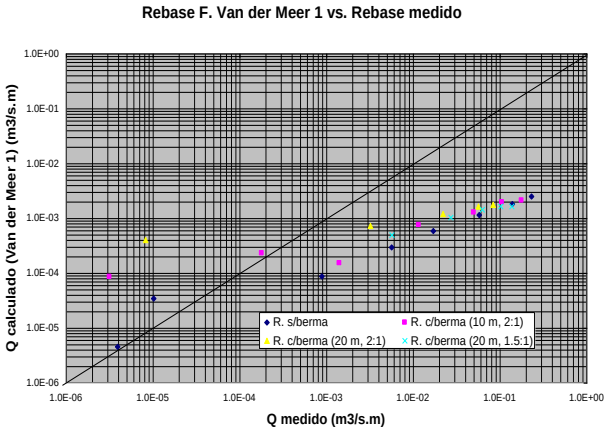


Figura 23. Descargas de rebase calculado (Van der Meer) vs. Rebases medidos

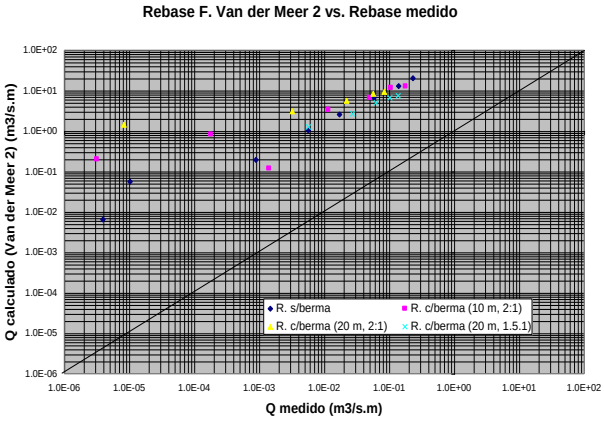


Figura 24. Descargas de rebase calculados (Van der Meer, descarga máxima) vs. Rebases Medidos

CONCLUSIONES

Una vez procesada y analizada la información de los ensayos, se procedió a formular las siguientes conclusiones:

"A través del estudio en un modelo físico reducido se puede demostrar que un rompeolas con ampliación de berma es una alternativa de solución para rehabilitar viejos y dañados rompeolas convencionales, y así mismo, disminuir el rebase del oleaje en condiciones de tormenta".

Al calcular la transmisión del oleaje por rebase de la estructura en el modelo, se observa que los resultados obtenidos de la descarga de agua tienen un rango de aproximación muy aceptable con relación a los resultados obtenidos a través de las ecuaciones utilizadas.

El rebase del oleaje (overtopping), es un efecto que puede ocasionar que los elementos de enrocamiento se desplacen provocando un daño parcial o total en los rompeolas de enrocamiento, afectando su funcionamiento y estabilidad; y con esto, generar problemas de agitación dentro del recinto portuario, teniendo como consecuencia daños en las instalaciones y operaciones dentro de éste. Por lo que los rompeolas con ampliación de berma ayudan a reducir el rebase del oleaje en condiciones de tormenta y aprovechan mayor material de explotación de las pedreras a comparación de otros tipos de obras de protección. Esto puede llegar a generar costos más viables.

Todas las bermas disminuyeron el rebase del oleaje. Sin embargo, la berma que presentó mejor funcionamiento con respecto a la reducción del rebase del oleaje y un mejor comportamiento en cuanto su estabilidad dinámica, fue la berma número dos.

La primera ampliación de berma con las siguientes características: ancho de berma de 10 metros y talud 2:1; redujo un 23% el rebase del oleaje.

En la segunda berma con las siguientes características: ancho de berma de 20 metros y talud 2:1; tuvo una reducción de hasta un 66% del rebase de oleaje.

Con lo que respecta a la tercera berma con las características: ancho de berma de 20 metros y talud 1.5:1 se tuvo una reducción del rebase del oleaje de un 48%.

También se pudo validar alguna ecuación dentro del estado del arte para el rebase del oleaje. De los criterios utilizados para el cálculo del rebase del oleaje, se tiene que la ecuación más favorable y que podría aplicarse para estructuras similares es la de Jorgen Juhl y Peter Sloth (1994).

Se obtuvieron los perfiles de las bermas ensayadas, apreciando efectos similares a los que se presentan en el estado del arte; por lo que al compararse con algunos resultados de estudios en la obtención de perfiles ensayados, se puede observar

claramente esta relación; donde realmente las bermas después de la incidencia de un oleaje irregular extremo alcanzan su estabilidad dinámica.

Por lo tanto, las bermas cumplen satisfactoriamente con su estabilidad y con la reducción del rebase del oleaje, teniendo con esto una gran funcionalidad y una alternativa de solución a la problemática antes mencionada (rompeolas dañados, viejos y con cota baja de coronamiento, aproximadamente menores a 4.5 metros).

Por otra parte, se tiene que con base a los gráficos de las figuras 5.36 a la 5.40 del capítulo anterior, se puede concluir lo siguiente:

La berma más eficiente resultó ser la de 20 metros de ancho de coronamiento y talud 2:1, presentó un menor gasto de rebase con respecto al oleaje incidente.

REFERENCIAS

1. Ancona Heredia, Bertha. Introducción al Método Científico. Compañía editorial continental, S.A. de C.V., México, D.F. 1984 1ª Publicación.
2. Andersen Likke T., Burcharth H.F. Overtopping of Berm Breakwaters extension of overtopping formula (2004). Pp. 1-9.
http://www.itv.is/ics2005/Data/B1.4/Lykke%20Andersen_AB.pdf
3. Andersen Lykke T. Scale Efects - Berm Breakwaters. Hydraulic Response of Rubble Mound Breakwaters. Hydraulics & Coastal Engineering. Department of Civil Engineering, Aalborg University. ISSN 0909_4296. December 2006
4. Battjes, J. A. “Surf Similarity”, Proceedings of the Hidraulic and Enviromental Engineering Conference, American society of civil engineers Vol. 1 (1974), p.p. 466-479.

5. Besley, Phillip, “Nuevos diseños de implementos para deflectores”, Centro de investigaciones de HR Wallingford, Inglaterra 2001.
http://awww.ugent.be/awww/coastal/coastal.html
6. Beresford P. J., WAVEGEN-Wave Generator Control Software Program, User Manual (1994), Report IT 411, HR-Wallingford
7. Bradbury, A. P., Allsop, N. W. H. and Stephens, R. V. Hydraulic Performance of Breakwater Crown Walls (1988). Report SR 146, Hydraulics Research, Wallingford.
8. Bruun Per (1985). Design and Construction of Mounds for Breakwaters and Coastal Protection. Elsevier Science Ltd.. Vol. 37. 938 Pp.
9. Bruun Per (1989). Port Engineering. Vol 1, Gulf Publishing Company.
10. Hans F. Bucharth and Steven A. Hughees. Fundamental of Desing. Coastal Engineering Manual (CEM), 2001. Chapter VI.
11. Burcharth, H. F. and Andersen T. L. Overtopping and Rear slope Stability of Reshaping Breakwaters. COPEDEC VI, 2003, Colombo, Sri Lanka. Pp. 1-14
12. Comisión Federal de Electricidad (CFE), Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia, A.2.13, Hidráulica Marítima. 1983. 420 Pp.

13. Comisión Federal de Electricidad (CFE), Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia, A.2.15, Técnicas Experimentales, 1983. 365 Pp.
14. CIRIA, CUR, CETMEF (2006). The rock manual. The use of rock in Hydraulic Engineering (2nd edition). C683, Chapter V. CIRIA, London. http://www.kennisbank-waterbouw.nl/rockmanual/chapter%205.pdf
15. De Rouck Julien. Crest Level Assesment of Coastal Structures by Full Scale Monitoring, Neural Network Prediction and Hazard Analysis on Permissible Wave Overtopping. 2001. http://www.clash-eu.org/
16. De Rouck, Verdonck Raf, Troch Peter, Van Damme Luc, Schlütter Flemming, De Ronde John. Wave Run-up and Overtopping: Prototype versus Scale Models, 1998. Pp. 1039-1052.
17. Engineer Manual. Design of Coastal Revetments, Seawalls, and Bulkheads. Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Engineering and Design. Junio 1995, Chapter 2.
18. Franco L. , M. de Gerloni, J.W. Van der Meer. Wave Overtopping on Vertical and Composite Breakwaters, Coastal Proceedings Chapter 75, pp 1030-1045.
19. Hedges T. S. y Reis M. T. Random Wave Overtopping of Simple sea walls: a new regression model. Proceedings ICE: Water. Maritime an Energy. 1998. Vol. 130. Pp 1-10.
20. Hedges T. S. and Reis M. T. Wave overtopping and Seawall freeboards. Coastal Engineering and marina developments. C.A. Brebbia and P. Anagnostopoulos (Eds.), Computational Mechanics Publications 1999. Pp 567-576.
21. Hughes Steven A. Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering, World Scientific, Advanced Series on Ocean Engineering, 1993. Vol 7, World Scientific.
22. Juhl Jorgen and Sloth Peter. Wave Overtopping of Breakwaters under Oblique Waves. Coastal Proceedings 1994. Chapter 86. Pp. 1182-1196.
23. Pilarczyk W. Krystian and Ryszard B. Zeidler. Offshore Breakwaters and Shore Evolution Control. Published by A.A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield/ 1996. Pp. 181-187.
24. Ramírez Cuevas J. Miguel. Estudio Experimental de Rompeolas Superficiales Permeables con Ampliación de Berma. Tesis de Maestría en Hidráulica. Instituto Politécnico Nacional. México, 2009.
25. Ruiz y Zurvia, Flores Jaime R. Canal Angosto y Generador de Oleaje Irregular de la E.S.I.A.-I.P.N., en la Enseñanza de la Hidráulica. Semana de la Hidráulica ESIA-U. Zacatenco. Mayo 2005.
26. Ruiz y Zurvia Flores Jaime R. Apuntes de Métodos Constructivos Portuarios, Maestría en Hidráulica. I.P.N.-E.S.I.A., Unidad Zacatenco. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, México, 2007.
27. Sigurdarson Sigurdur, Bjarki Smarason Omar and Viggosson Gisli. Design Considerations of Berm Breakwaters. Coastal Proceedings 2000. Pp. 1610-1621.
28. Sigurdarson S. and Viggosson G. Berm Breakwaters. Tail-made size graded. 11th International Harbour Congress 1996, Antwerpen, January 1996. pp 285-296.

29. Sigurdarsson S., Juhl J., Sloth P., Smarason O.B. and Viggosson G. Advances in berm breakwaters. Coastlines, structures and breakwaters. Edited by Allsop N.W.H., 1998. Pp.161-173.
30. Sigurdarson Sigurdur et. al. Berm Brakwater, Fifteen years experience, Coastal Proceedings 1998. Pp. 1407-1420.
31. T. Pullen, N.W.H. Allsop, T. Bruce, A. Kortenhaus, H. Schüttrumpf, J.W. van der Meer. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual EurOtop, 2007. http://www.overtopping-manual.com/EurOtop.pdf
32. USACE, 1984. U. S. Army Corps of Engineers. *Shore Protection Manual.* Vol. I. y Vol. II. 4ta. Edición. Washington, 1984
33. Van der Meer and Van de Walle. Wave Run-up and Overtopping on Coastal Structures. Coastal Proceedings 1992, Chapter 134.
34. Van der Meer J.W. Geometrical design of coastal structures. Published as Chapter 9 in “Dikes and revetments. Design, maintenance and safety assessment”. Editor Krystian W. Pilarczyk, Balkema, Rotterdam, September 1998.
35. Vergara, Sánchez Miguel A. Técnicas de Modelación en Hidráulica. Ediciones Alfaomega S.A. de C.V. México 1993

VISUALIZACIÓN DEL DRENADO DE MEDIO POROSO A NIVEL DE ESCALA DE PORO

J. Carlos Vargas-Jiménez[1,2], J. Luis Luviano-Ortiz[3], E. Ramos[1,4], G. Hernández-Cruz[1,5]

[1]Instituto de Energías Renovables-Universidad Nacional Autónoma de México; [2]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Violetas 327, Nueva Morelos, Xochitepec, Morelos, México – j.carlosvargas.j@gmail.com; [3]Universidad de Guanajuato - j_luviano@yahoo.com.mx; [4]erm@ier.unam.mx; [5]ghc@ier.unam.mx

***Área de participación**: Termofluidos y Energía*

Resumen – El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Transferencia de Energía y Masa del departamento de Termociencias del Instituto de Energías Renovables – UNAM. Actualmente el drenado de fluidos en medios porosos es uno de los problemas que reviste mayor importancia en México debido principalmente a que el rescate ecológico de suelos contaminados por la industria petrolera así como la recuperación secundaria de petróleo requieren de solución urgente. Debido a esto, es importante comprender la hidrodinámica del drenado de fluidos en medios porosos ya que ayudará en un futuro poder desarrollar teorías que permitan tomar decisiones al tratar de resolver los problemas descritos. El trabajo experimental se centró en la visualización y análisis hidrodinámico de drenados lentos y rápidos de fluidos a nivel de escala de poro en un medio poroso confinado en una celda de Hele-Shaw. Los resultados obtenidos muestran que el drenado de fluidos en medios porosos está gobernado fuertemente por la geometría del medio poroso.

Introducción

Actualmente el estudio de los flujos en medios porosos tiene importancia en una amplia gama de aplicaciones como las aguas subterráneas, explotación de yacimientos petroleros, circulación capilar, etc. Un medio poroso consiste de diversos poros o huecos interconectados entre sí a manera de una red.

El estudio de este tipo de sistemas es muy interesante, no sólo por la gran necesidad de desarrollar métodos teóricos para comprender su comportamiento, sino también por su gran potencialidad a la aplicación de diversos procesos de interés práctico.

Sección Experimental

La visualización de los experimentos desarrollados correspondientes al drenado lento y drenado rápido de un medio poroso se centró en un área de 2.4 cm X 3.6 cm de un medio poroso cuasi-bidimensional confinado en una celda de Hele-Shaw de 19 cm X 41 cm construida y caracterizada por S. Romero [1], dicha celda

cuenta con una entrada/salida de fluidos en su parte superior e inferior. La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de la celda de Hele-Shaw así como la ubicación del área de experimentación.

El medio poroso a su vez está compuesto de esferas de vidrio de 1.1 mm de diámetro, las cuales se encuentran confinadas al interior de una celda de Hele-Shaw y la cual tiene a su vez una separación entre placas de 1.1 mm. En la Figura 1 se puede apreciar una sección correspondiente al medio poroso.

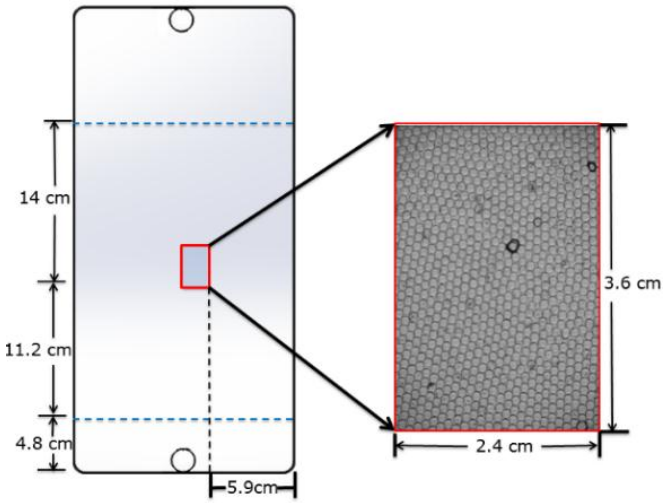


Figura 6. Área de visualización.

Inicialmente, la celda se colocó en una posición vertical sobre un. Posteriormente, se colocó un sistema de iluminación y se usó un sistema de adquisición de imágenes diferente para cada tipo de drenado (lento y rápido). La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de la configuración experimental usada para el drenado lento, cabe señalar que el arreglo experimental usado para el drenado lento fue similar al mostrado en la Figura 2, sólo que se usó una cámara rápida.

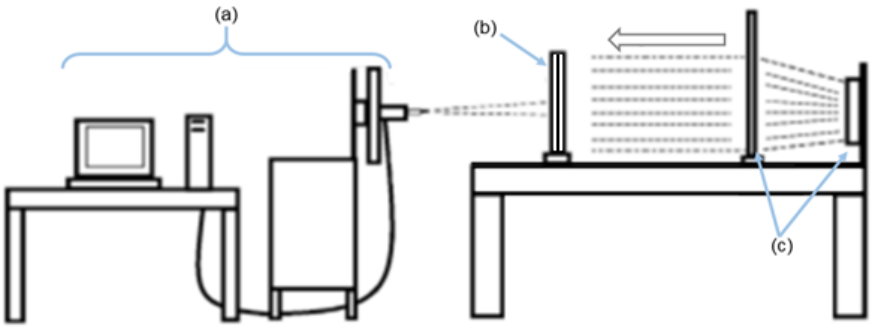
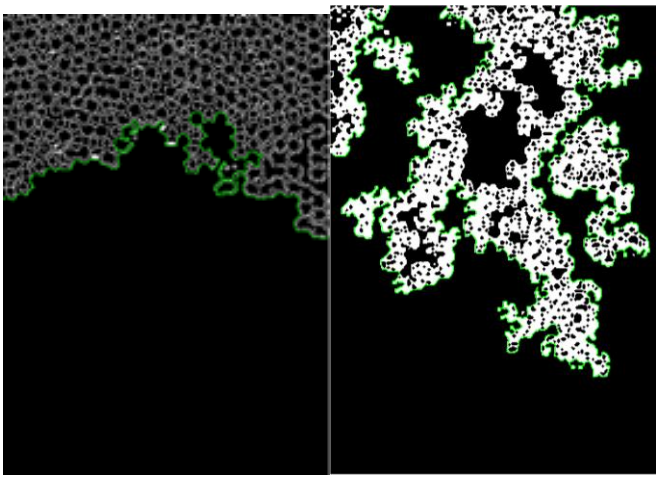


Figura 7. Diagrama esquemático de la configuración experimental para drenado lento. a) Sistema de adquisición de imágenes, b) Celda de Hele-Shaw, c) Sistema de iluminación.

La experimentación consistió básicamente en llenar con agua destilada parcialmente la celda de Hele-Shaw a través de la entrada/salida inferior de la celda y llenar lentamente hasta un límite superior localizado a 30 cm de altura respecto a la base de la celda (ver Figura 1). Una vez que la celda estuvo parcialmente llena, se iluminó el medio poroso con el equipo de iluminación,

posteriormente, se procedió a drenar lentamente la celda de Hele-Shaw mientras que, con el sistema de adquisición de imágenes se capturó el avance de la interfaz agua-aire. Para el caso del drenado rápido, debido a su gran velocidad de drenado, la captura de las imágenes se llevó a cabo mediante el uso de una cámara rápida Phantom miro eX1.

Una vez realizada la visualización de ambos drenados, las imágenes adquiridas fueron procesadas mediante el uso de un código desarrollado en el software MatLab para su análisis. La Figura 3 muestra dos imágenes procesadas correspondientes al drenado lento y rápido en las cuales se resalta en color verde la interfaz agua-aire, además, el área bajo dicha interfaz (área negra) corresponde al medio poroso visualizado saturado de agua, mientras que el área superior corresponde al medio poroso drenado, el cual contiene aire con pequeñas cantidades de agua.



(a) (b)

Figura 8. Imagen proceda. (a) drenado lento, (b) drenado rápido.

Resultados y Discusión

1.- Drenado lento.

De acuerdo con la Figura 3 (a), durante el drenado es posible medir la variación de la longitud de la interfaz normalizada con respecto al ancho del área de visualización, por lo tanto, los resultados muestran que la longitud de la interfaz varía desde 1.5 veces, hasta 4.5 veces el ancho del área visualizada, este resultado se muestra en la Figura 4.

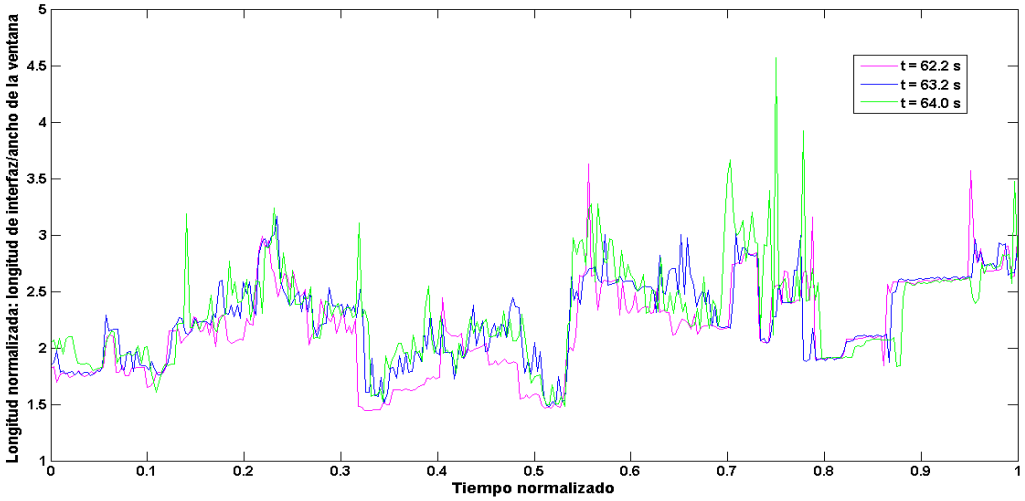


Figura 9. Variación de la longitud de la interfaz normalizada con respecto al tiempo normalizado del drenado en el área de visualización.

Una vez adquirida la curva de la interfaz agua-aire, se encontró que dicha interfaz no puede ser representada mediante una función matemática, se determinó usar métodos no convencionales para el análisis de dicha interfaz durante el drenado del medio poroso. Uno de estos métodos empleados fue la medición de la Dimensión Fractal (*DF*) [3], éste se llevó a cabo mediante el uso del método de *Conteo de Cajas*, tomando en cuenta la propiedad de los fractales de auto-similitud. En la Figura 5 se muestra la Dimensión Fractal respecto al tiempo normalizado para 3 drenados lentos, en esta figura se puede apreciar que la dimensión fractal tiene un valor de $DF = 1.1 \pm 0.08$, lo cual indica que la interfaz para este drenado se asemeja más a una línea recta que a un fractal.

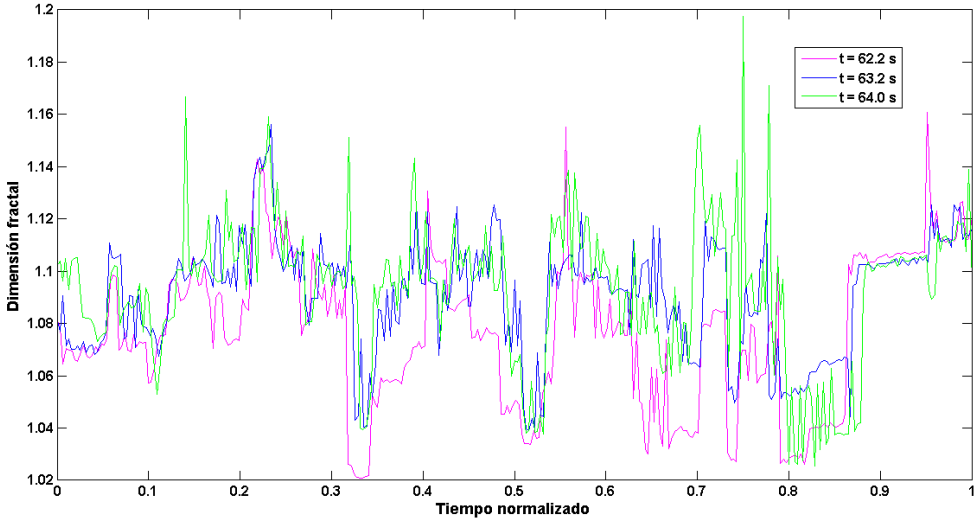


Figura 10. Gráfica de la dimensión fractal de la interfaz con respecto al tiempo normalizado para tres drenados lentos diferentes.

Otro método empleado en el análisis de la interfaz agua-aire es la medición de la Compacidad discreta y la Compacidad discreta normalizada [2], para ello, se procesó nuevamente las imágenes del drenado lento con la finalidad de resaltar

en color negro el área comprendida entre el punto de mayor desplazamiento y el punto de menor desplazamiento del aire como se puede observar en la Figura 5.

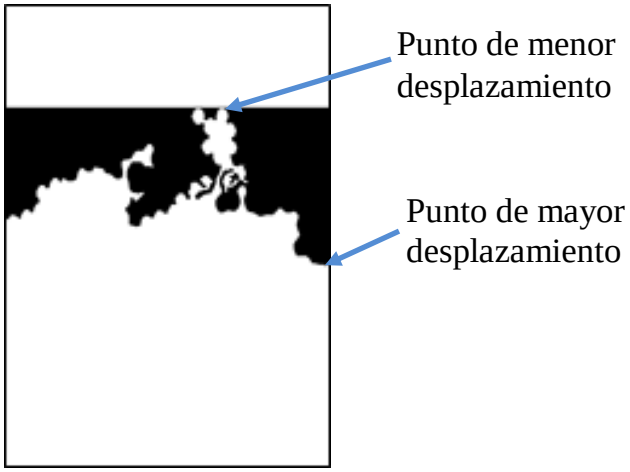


Figura 11. Imagen procesada para la medición de la compacidad.

Los resultados obtenidos usando la medición de la Compacidad discreta para el drenado lento se presentan en la Figura 7 los cuales indican la compactación y expansión del área usada para este análisis, mientras que los resultados correspondientes a la Compacidad discreta normalizada se presentan en la Figura 8, los cuales indican la semejanza entre dichas compacidades.

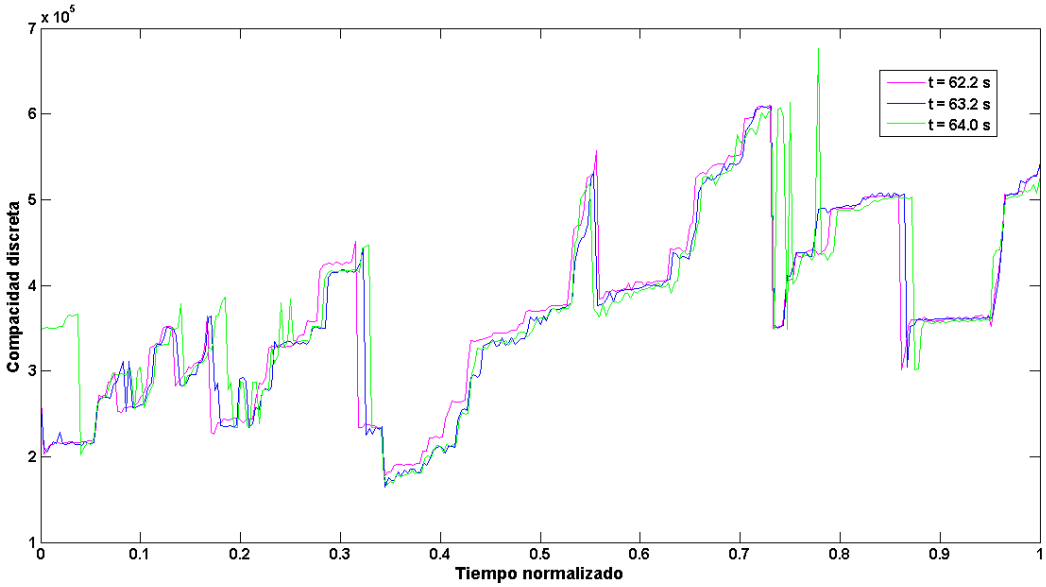


Figura 12. Variación de la compacidad discreta con respecto al tiempo normalizado para tres drenados diferentes.

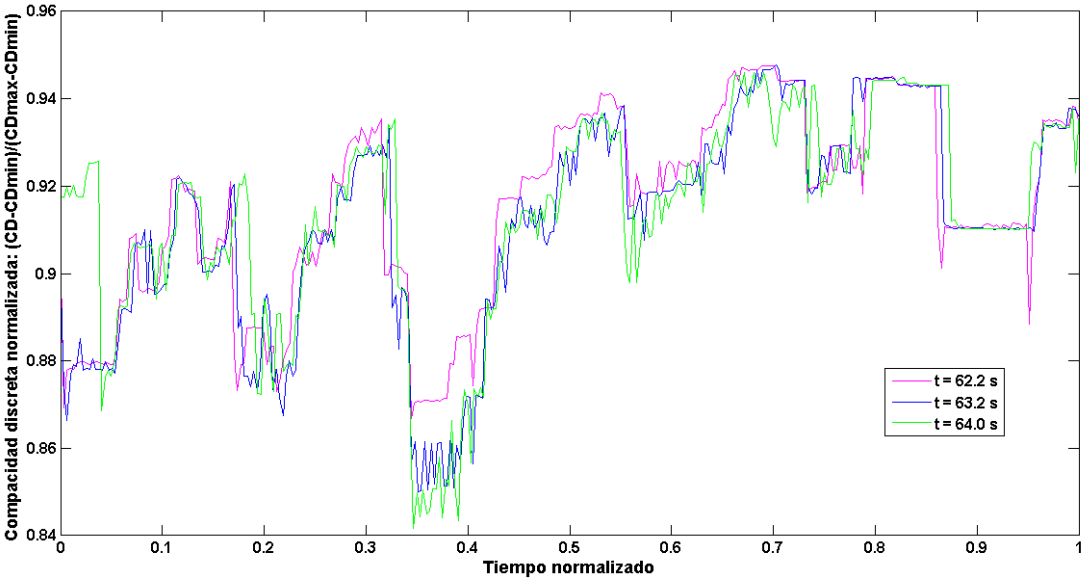


Figura 13. Compacidad discreta normalizada respecto al tiempo normalizado

2.- Drenado rápido

Como se observó en la Figura 3 (b), la interfaz agua-aire en el drenado rápido no abarca el ancho del área de visualización, por esta razón únicamente se realizó la medición de la Dimensión Fractal, la cual se muestra en la Figura 9. Los resultados obtenidos muestran que la Dimensión Fractal tiene un valor de *DF* = 1.24 ± 0.12, lo cual indica por lo tanto que la curva de la interfaz para este drenado corresponden a un fractal.

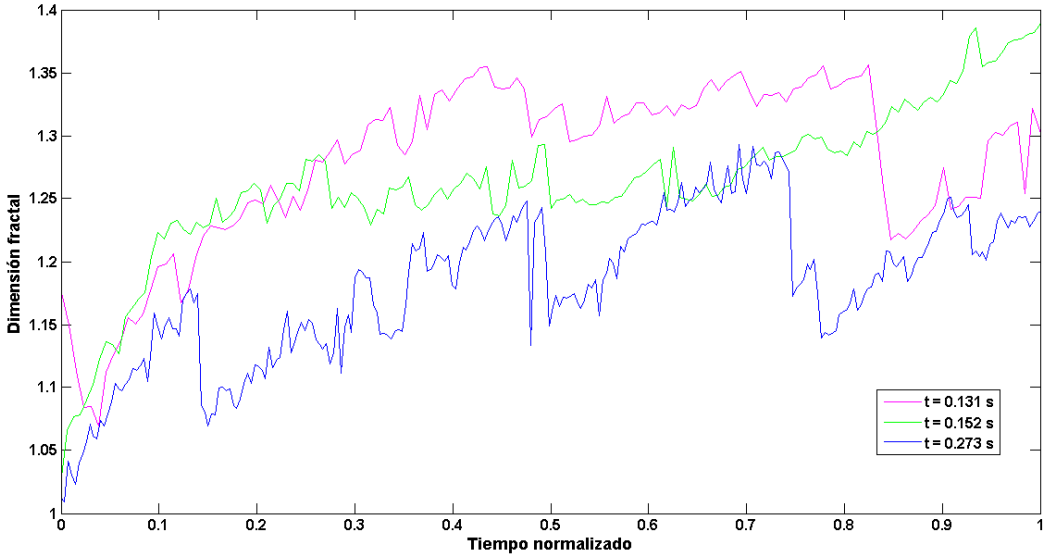


Figura 14. Variación de la dimensión fractal de la interfaz respecto al tiempo normalizado para 3 drenados rápidos diferentes.

Conclusiones

Debido a que las interfaces agua-aire obtenidas durante el drenado del medio poroso mostraron que no son funciones matemáticas, fue indispensable a recurrir al uso de métodos no convencionales tales como la Dimensión Fractal y la Compacidad Discreta, esto con la finalidad de obtener más información sobre la interfaz y su evolución durante el drenado.

Un resultado sorprendente, mostró que la mayor cantidad de fluido drenado se obtiene al drenar lentamente el medio poroso, esto se debe principalmente al hecho de que cuando se drena lentamente el medio poroso, la interfaz evoluciona más uniformemente en comparación al drenado rápido.

Los resultados muestran además que el drenado en medios porosos está fuertemente gobernado por el arreglo geométrico del medio poroso, y por lo tanto, el desplazamiento del fluido no es estocástico como se creía.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al Instituto de Energías Renovables – UNAM.

Se agradece al Instituto Tecnológico de Zacatepec por el apoyo proporcionado.

Referencias

1. S. Romero, Diseño de Celda Hele-Shaw con medio poroso y visualización de fluidos confinados en la celda. 2013
2. E. Bribiesca, Measuring 2-D Shape Compactness Using the Contact Perimeter.
3. Fractales una nueva geometria, Articulo, 2005.

DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA PRUEBAS DE FLEXIÓN

L. A. Medina Juárez, O. Román Rosales, V.Y. Atala Campos,
G. Gómez Ortiz, J. Tapia Toral,

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico N° 27, C.P. 62780, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, México. luis_medina@yahoo.com.mx, josttoral@hotmail.com,roscarcordina@yahoo.com.mx Yaz_atala@hotmail.com,gugomez19@yahoo.com.mx

Área de participación: Optimización de sistemas de manufactura y mejoramiento de procesos.

Resumen: El contenido de este trabajo implica la realización del diseño de un dispositivo de flexión, que ayude al departamento de Investigación y Desarrollo a llevar a cabo pruebas con probetas de material plástico rígido. Actualmente el Departamento de Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepeccuenta con una máquina Instron 2810 series Flexure Fixture la cual tiene instalado un dispositivo para pruebas de tracción de probetas para las investigaciones que lleva a cabo. Desafortunadamente el presupuesto para lacompra de esta máquina resultó insuficiente y no fue posible adquirir el dispositivo para pruebas de flexión, razón por la cual se planeó desarrollar un diseño de dicho dispositivo con opción a fabricaciónempleando los medios y recursos disponibles en el Taller de Ingeniería Industrial.
El diseño se llevará a cabo de acuerdo a las necesidades que tiene el departamento de Investigación y Desarrollo y a las dimensiones de las probetas proporcionadas para poder desarrollar cada una de las partes componentes del dispositivo, así como la parte de la máquina donde se instalará dicho dispositivo y lograr su máximo aprovechamiento.
Dicho diseño se desarrollará en base a la norma ISO 178 y ASTM D 790-03 para ensayos de flexión de 3 puntos que representan los métodos clásicos de caracterización para plásticos rígidos y semi-rígidos. En el desarrollo del diseño se hará uso del paquete CAD de dibujo para cada una de las piezas componentes del mismo para su futura fabricación.

Introducción

El diseño de objetos y sistemas mecánicos como piezas, mecanismos, máquinas y dispositivos lleva implícito el uso de ciencias duras y aplicadas como las matemáticas, física y procesos de fabricación de materiales aplicadas a la ingeniería. Según la Real Academia de la Lengua Española “diseño” es la concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.
El diseño mecánico es el proceso de crear soluciones eficaces para definir un producto de forma que satisfaga los requisitos y restricciones establecidas.
Por lo regular, el diseño comienza cuando se detecta una necesidad y se comienzan a desarrollar ideas para darle solución. En este caso, se tuvo la necesidad de llevar a efecto pruebas de flexión para probetas de plástico rígido en la máquina Instron 2810 existente en la institución, y dada la imposibilidad económica de adquisición de dicho dispositivo, se hicieron dichas pruebas en un equipo equivalente facilitado por una Institución hermanada por el sistema tecnológico. Esto motivó que se comenzara a trabajar con un grupo multidisciplinario de Ingeniería Industrial en el desarrollo del proyecto, comenzando con lo que se tenía en este momento: la máquina y el dispositivo para pruebas de tracción (mordazas) y las muestras o probetas de polietileno compuesto en las cuales se realizarían las pruebas de flexión.
Se comenzó a investigar el estado del arte con respecto a las características que debe tener un dispositivo de flexión para probetas de plástico rígido concluyendo su adhesión al cumplimiento de los requisitos que marcan las normas ASTM 790-

03 e INTERNATIONAL STANDARD ISO 178 para las superficies de los soportes y la parte móvil superior que efectuará la flexión de la probeta.
En lo que se refiere al dispositivo se diseñó el dibujo general para posteriormente efectuar su despiece e ir viendo la factibilidad de fabricarse con las máquinas del Taller de Ingeniería Industrial y de igual manera los materiales en los cuales podría fabricarse sin afectar el funcionamiento del mismo. Se detectó que hay restricciones en cuanto a disponibilidad de máquinas, a herramientas de corte que se utilizarán y tornillería que se pueden adquirir.
Se le planteó al Departamento de Investigación el panorama que se vislumbra con este proyecto viéndose con optimismo el desarrollo del mismo, para posteriormente definir la viabilidad de su manufactura.

Fundamento teórico

En Ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. Un caso típico son las vigas las cuales están diseñadas para trabajar, principalmente por flexión. Igualmente el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas y láminas.
Las pruebas de flexión se realizan para medir la resistencia a la flexión y módulo de flexión de un plástico rígido de acuerdo las normas ASTM D790 e INTERNATIONAL STANDARD ISO 178. Los ensayos de flexión se utilizan principalmente como medida de la rigidez.Este ensayo es casi tan habitual en materiales poliméricos duros como el ensayo de tracción y tiene ventajas de simplificar el mecanizado de las probetas y evitar los problemas asociados al empleo de mordazas.
Para llevar a cabo las pruebas de flexión, es necesario contar con dos soportes que servirán para sostener la probeta por los extremos de la misma, mientras que al mismo tiempo se le aplicará una fuerza al centro de la probeta provocada por una pieza que irá fija a una parte del mecanismo de la máquina, que será la que provocará la flexión de la probeta bajo estudio. (Fig.1)

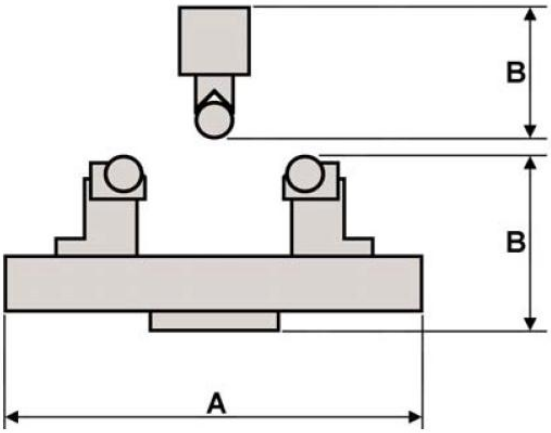


Figura 1. Elementos de un kit de ensayos de flexión.

- Selección de materiales

Actualmente existe disponible una gran variedad de materiales cada uno con sus propias características, aplicaciones, ventajas y limitaciones. Una clasificación de

los tipos de materiales usados actualmente en la manufactura ya sea individualmente o combinados se ofrece a continuación.

a) Materiales ferrosos: al carbón, aleados, inoxidables, aceros para herramientas. Se basan en el hierro. El grupo incluye acero y hierro colado. Dichos metales constituyen el grupo comercial más importante, más de las tres cuartas partes del peso total de los metales de todo el mundo. El hierro puro tiene un uso comercial limitado, pero cuando se mezcla con carbono tiene más usos y mayor valor comercial que cualquier otro metal. Las aleaciones de hierro y carbono forman acero y hierro colado.

b) Aleaciones y materiales no ferrosas: aluminio, magnesio, cobre, níquel, titanio, materiales refractarios.Los metales no ferrosos incluyen elementos y aleaciones metálicas que no se basan en el hierro. Aunque los metales no ferrosos como grupo no igualan la resistencia de los aceros, ciertas aleaciones no ferrosas tienen resistencia a la corrosión o relaciones resistencia/peso que las hacen competitivas ante los aceros para aplicaciones con esfuerzos moderados a altos. Además, muchos de los metales no ferrosos tienen propiedades adicionales a las mecánicas que los hacen ideales para aplicaciones en las que el acero sería inadecuado.

c) Cerámicos: vidrios, grafito, diamante. Se define como un compuesto que contiene elementos metálicos o (semi-metálicos) y no metálicos. Los elementos no metálicos comunes son oxígeno, nitrógeno y carbono. Los cerámicos incluyen una variedad de materiales tradicionales, como arcilla, sílice, alúmina y carburo de silicón.

d) Materiales compuestos: plásticos reforzados, compuestos con matriz metálica o cerámica.

Los compuestos no constituyen en realidad una categoría separada de materiales; son mezclas de los otros tres tipos. Un compuesto es un material que consiste en dos o más fases que se procesan por separado y luego se unen para lograr propiedades superiores a las de sus constituyentes. El término fase se refiere a una masa homogénea de material, tal como la agregación de granos de estructura celular idéntica y unitaria en un metal sólido. La estructura usual de un compuesto consiste en partículas o fibras de una fase mezclada en una segunda que se llama la matriz.

Los compuestos se encuentran en la naturaleza (por ejemplo madera), y se pueden producir en forma sintética. El tipo sintetizado es el de mayor interés e incluye fibras de vidrio en una matriz de polímero, por ejemplo fibra reforzada de plástico; fibras de polímero de un tipo en una matriz de un segundo polímero, y un cerámico en una matriz metálica, tal como un carburo de tungsteno en una sustancia aglutinante de cobalto para formar una herramienta de corte a base de carburo cementado.

Las propiedades de un compuesto dependen de sus componentes, las formas físicas de estos, y la manera en que se combinan para formar el material final. Algunos compuestos combinan una resistencia elevada con el poco peso y son apropiadas para aplicarlos en componentes aeronáuticos y otros artículos. Otros compuestos son fuertes, duros y capaces de conservar dichas propiedades a temperaturas elevadas.

Resultados

El diseño del dispositivo para pruebas de flexión, es un dispositivo que nos permitirá llevar a cabo las mediciones de flexión de probetas o compuestos para conocer su resistencia, con el objetivo de ir obteniendo información relevante en cuanto a los nuevos compuestos y su comportamiento para desarrollo de nuevos materiales con diferentes características en el departamento de Investigación. Para el diseño de este dispositivo, se determinó un análisis en diversos medios para estructurar el estado del arte que nos permitiera conocer las características que debe de poseer dicho equipo para un buen funcionamiento dadolas muestraso probetas a estudiar. Se realizaron reuniones con el departamento de investigación para conocer las necesidades que requerirían en el diseño del dispositivo y de esa manera llevarlo a cabo. Como punto de partida, se tiene las probetas o compuestos que pretenden ser inspeccionados, el lugar que se utilizará como base de este dispositivo en la máquina Instron 2810 y de acuerdo con estos datos, se determinó que tuviera una placa-base, dos guías laterales, dos soportes donde será puesta la probeta, y una pieza móvil para la parte superior que se acoplará a la máquina.

Para llevar a cabo las superficies de contacto de los soportes con las probetas, se consultaron las normas ASTM D 790 e INTERNATIONAL STANDAR ISO 178 que son las que marcan como requisito especificaciones precisas de los radios de contacto con la probeta.

En la tabla 1, se tiene las tolerancias dimensionales empleadas para algunos de los ensambles del diseño del dispositivo.

En la tabla 2, se muestran las partes que componen el diseño del dispositivo para pruebas de flexión.

Tabla 2: Partes del dispositivo de flexión

N° parte	Nombre de la parte	Cantidad	Tipo de material	Observaciones
1	Placa-base	1	Acero 1018	Maquinado
2	Guía	2	Acero 1018	Maquinado
3	Soporte	2	Acero 1018	Maquinado
4	Pieza móvil superior	1	Acero 1018	Maquinado
5	Refuerzo de soporte de prueba	2	Acero 1018	Maquinado
6	Placa	1	Acero 1018	Maquinado
7	Soporte inferior	1	Acero 1018	Maquinado
8	Tornillo Allen 3/16”x ½”	8		Estándar
9	Tornillo Allen 1/8”x ¼”	4		Estándar
10	Ensamble de fijación con soporte	2	Acero 1018	Maquinado
11	Pieza cilíndrica para soporte inferior	2	Acero 1018	Maquinado
12	Pieza cilíndrica para soporte superior	1	Acero 1018	Maquinado
13	Pieza fijación de cilindro superior	2	Lámina calibre 16	Maquinada

Tabla1.Tabla de tolerancias dimensionales.

TOLERANCIAS PRINCIPALES
AGUJERO NORMAL

Valores en micras (0.001 mm) — Temperatura de referencia 20°C

	Diámetros en mm	≤ 3	>3 a 6	>6 a 10	>10 a 18	>18 a 30	>30 a 50	>50 a 80	>80 a 120	>120 a 180	>180 a 250	>250 a 315	>315 a 400
AGUJEROS	H 6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0
	H 7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0
	H 8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0
	H 9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0
	H 11	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	−360 0
ARBOLES	g 5	−2 −6	−4 −9	−5 −11	−6 −14	−7 −16	−9 −20	−10 −23	−12 −27	−14 −32	−15 −35	−17 −40	−18 −43
	h 5	0 −4	0 −5	0 −6	0 −8	0 −9	0 −11	0 −13	0 −15	0 −18	0 −20	0 −23	0 −25
	j_s 5	+2 −2	+2.5 −2.5	+3 −3	+4 −4	+4.5 −4.5	+5.5 −5.5	+6.5 X 6.5	+7.5 −7.5	+9 −9	+10 −10	+11.5 −11.5	−12.5 −12.5
	k 5	+4 0	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	−29 −4
	f 6	−6 −12	−10 −18	−13 −22	−16 −27	−20 −33	−25 −41	−30 −49	−36 −58	−43 −68	−50 −79	−56 −88	−62 −98
	g 6	−2 −8	−4 −12	−5 −14	−6 −17	−7 −20	−9 −25	−10 −29	−12 −34	−14 −39	−15 −44	−17 −49	−18 −54
	h 6	0 −6	0 −8	0 −9	0 −11	0 −13	0 −16	0 −19	0 −22	0 −25	0 −29	0 −32	0 −36
	j_s 6	+3 −3	+4 −4	+4.5 −4.5	+5.5 −5.5	+6.5 −6.5	+8 −8	+9.5 −9.5	+11 −11	+12.5 −12.5	+14.5 −14.5	+16 −16	+18 −18
	m 6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	−57 −21
	p 6	+12 +6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +56	−98 −62
	e 7	−14 −24	−20 −32	−25 −40	−32 −50	−40 −61	−50 −75	−60 −90	−72 −107	−85 −125	−100 −146	−110 −162	−125 −162
	f 7	−6 −16	−10 −22	−13 −28	−16 −34	−20 −41	−25 −50	−30 −60	−36 −71	−43 −83	−50 −96	−56 −108	−62 −119
	h 7	0 −10	0 −12	0 −15	0 −18	0 −21	0 −25	0 −30	0 −35	0 −40	0 −46	0 −52	0 −57
	e 8	−14 −28	−20 −38	−25 −47	−32 −59	−40 −73	−50 −89	−60 −106	−72 −126	−85 −148	−100 −172	−110 −191	−125 −214
	f 8	−6 −20	−10 −28	−13 −35	−16 −43	−20 −53	−25 −64	−30 −76	−36 −90	−43 −106	−50 −122	−56 −137	−62 −151
	h 8	0 −14	0 −18	0 −22	0 −27	0 −33	0 −39	0 −46	0 −54	0 −63	0 −72	0 −81	0 −89
	d 9	−20 −45	−30 −60	−40 −76	−50 −93	−65 −117	−80 −142	−100 −174	−120 −207	−145 −245	−170 −285	−190 −320	−210 −350
	e 9	−14 −39	−20 −50	−25 −61	−32 −75	−40 −92	−50 −112	−60 −134	−72 −159	−85 −185	−100 −215	−110 −240	−125 −265
	d 11	−20 −80	−30 −105	−40 −130	−50 −160	−65 −195	−80 −240	−100 −290	−120 −340	−145 −395	−170 −460	−190 −510	−210 −570
	h 11	0 −60	0 −75	0 −90	0 −110	0 −130	0 −160	0 −190	0 −220	0 −250	0 −290	0 −320	0 −360
	j_s 11	+30 −30	+37 −37	+45 −45	+55 −55	+65 −65	+80 −80	+95 −95	+110 −110	+125 −125	+145 −145	−160 −160	+180 −180

En las figuras siguientes se muestran las especificaciones de las piezas que conforman el dispositivo para pruebas de flexión.

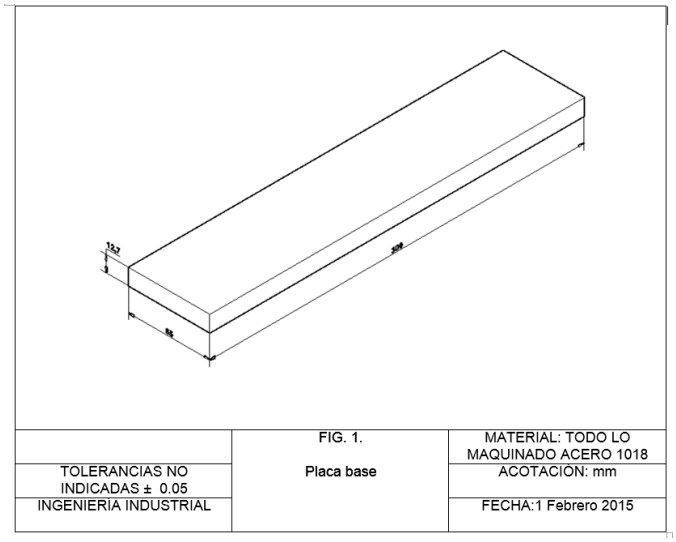


Fig. 2

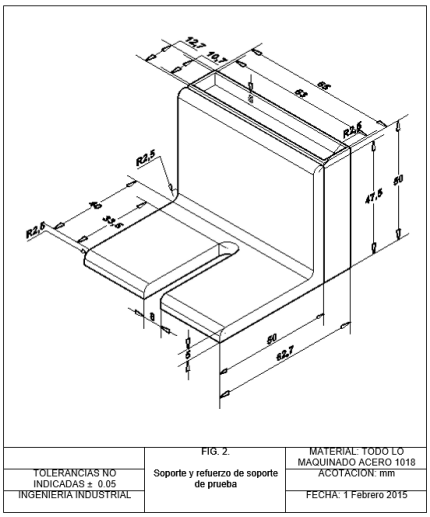


Fig. 3

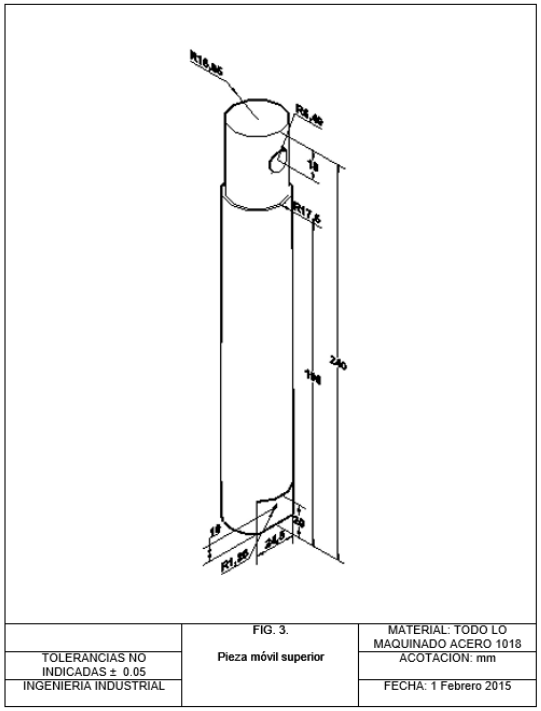


Fig. 4

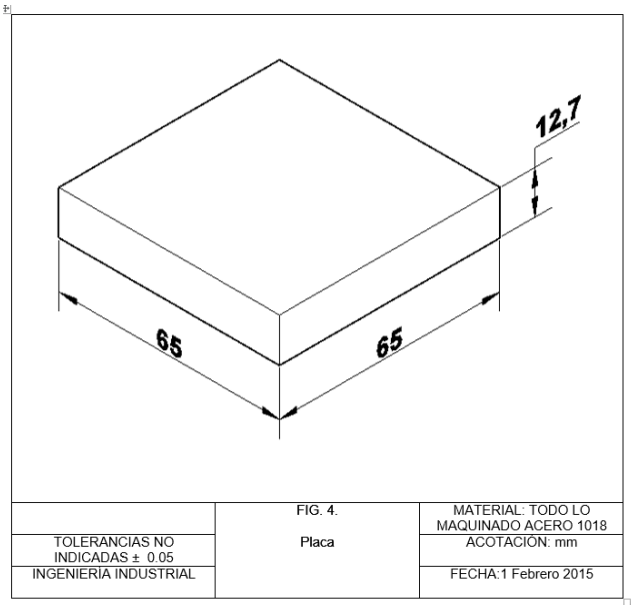


Fig. 5

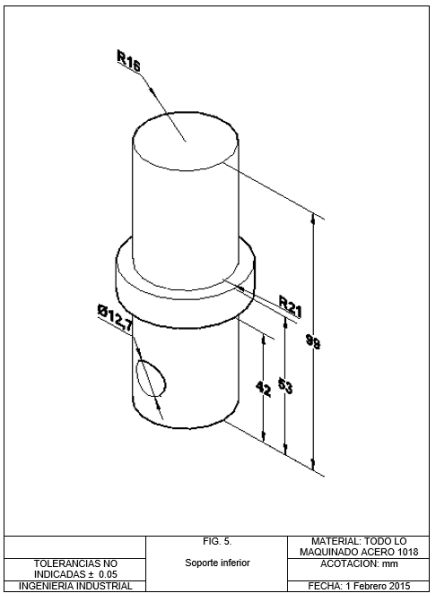


Fig. 6

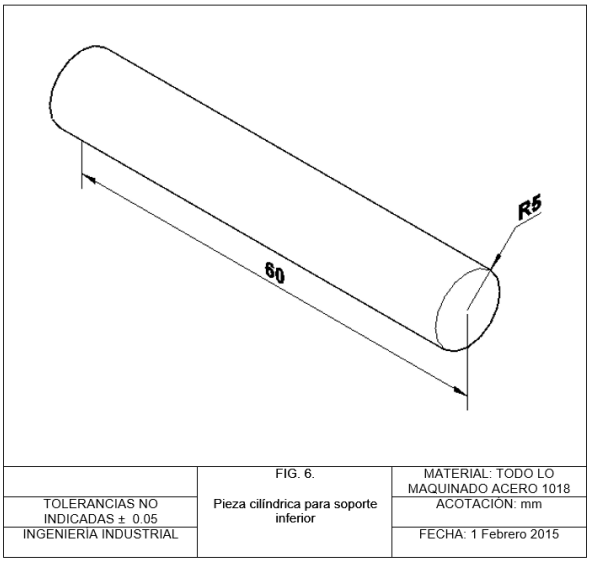


Fig. 7

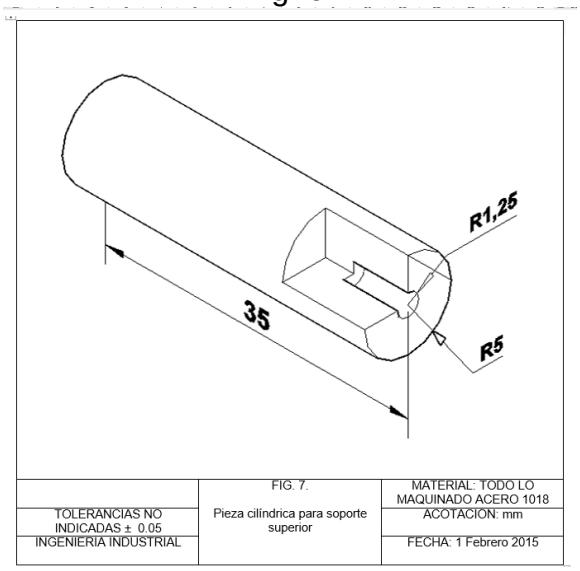


Fig. 8

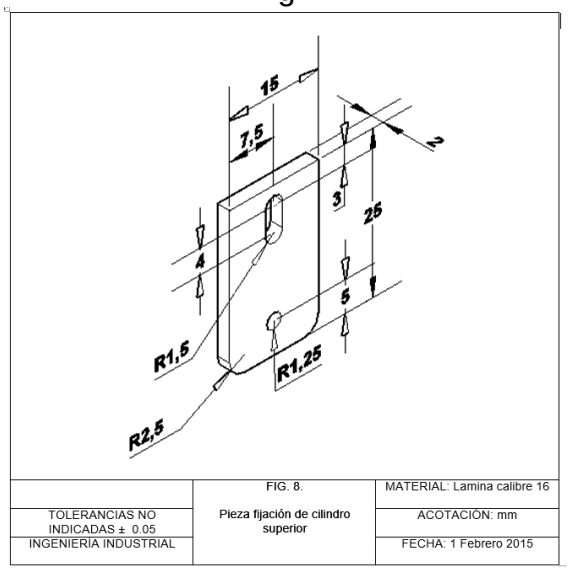


Fig. 9

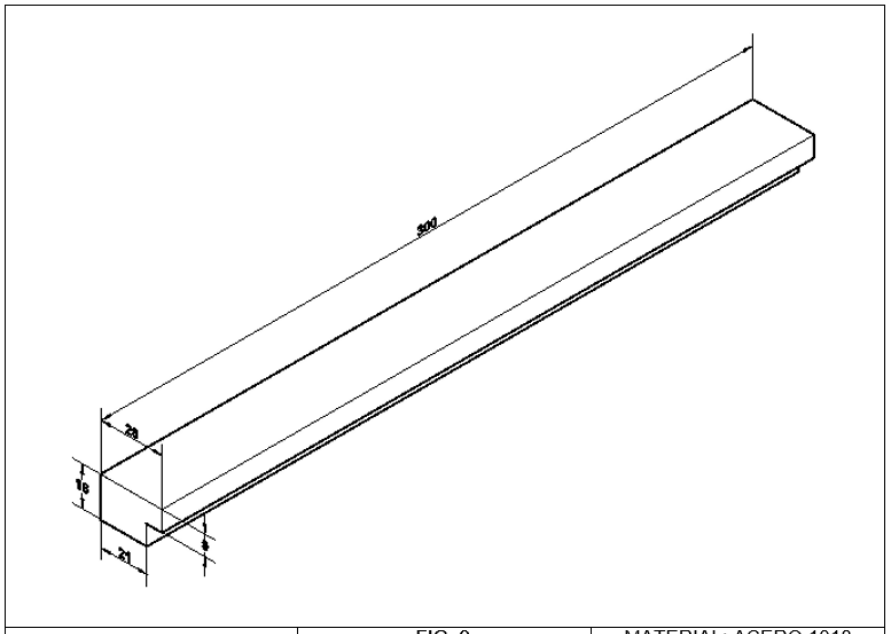


	FIG. 9.	MATERIAL: ACERO 1018
TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.05	Guía	ACOTACIÓN: mm
INGENIERÍA INDUSTRIAL		FECHA: 1 Febrero 2015

Fig. 10

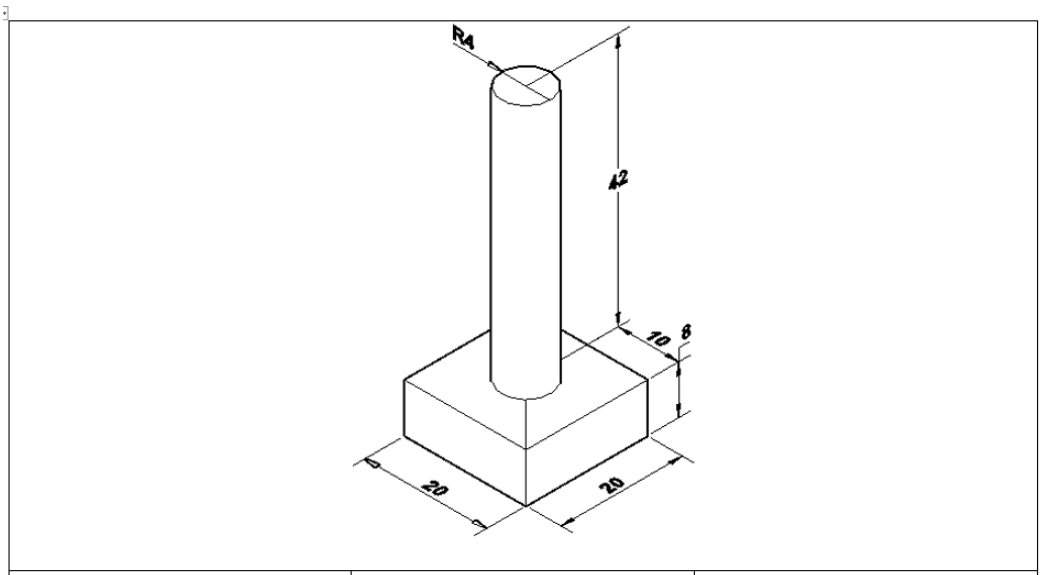


	FIG. 10.	MATERIAL: ACERO 1018
TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.05	Ensamble de fijación con soporte	ACOTACIÓN: mm
INGENIERÍA INDUSTRIAL		FECHA: 1 Febrero 2015

Fig. 11

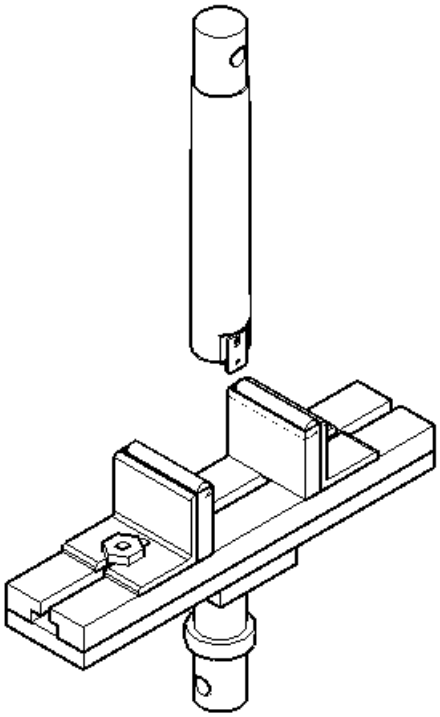


Fig. 12. Figura de conjunto 1

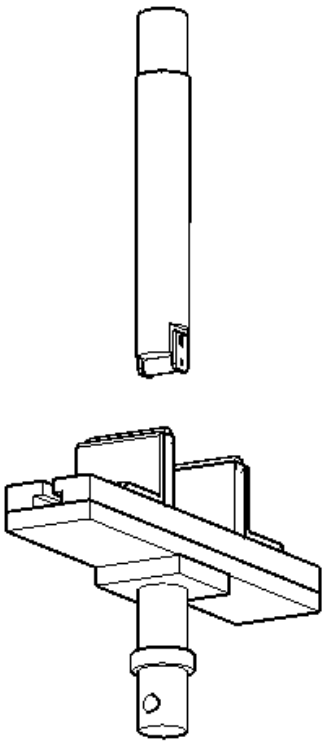


Fig. 13. Figura de conjunto 2

Conclusiones

El proyecto de diseño de dispositivo para pruebas de flexión fue aprobado por el departamento de Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec ya que cumplió en los propósitos establecidos satisfactoriamente y con las especificaciones y requisitos solicitados para su funcionamiento.

Agradecimientos

Por la complejidad que involucra el desarrollo de un nuevo dispositivo en el área académica de Investigación y por la ayuda proporcionada al equipo multidisciplinario que desarrolló este proyecto se le agradece al Dr. René Salgado Delgado por proporcionar información relevante y por su paciencia para explicar los puntos importantes que debería cumplir dicho dispositivo de prueba.

Referencias.

1. Carlos González González y Ramón Zeleny Vázquez; *Metrología*, Ed. Mc Graw Hill Interamericana, 2ª edición.México, DF. 2007, 365-384.
2. Galicia Sanchez Roberto, García Lira Noe, et al; *Metrología geométrica dimensional*, Ed. AGT Editor, S.A, 2ª edición. México, DF. 2003, 197-206.
3. George W.Genevro/Stephen S.Heineman; *Manual de máquinas y Herramientas*, tomos I,II y III, Ed.Prentice Hall, 2ª edición, México, DF, 1994, 90-150.
4. Mikell P. Groover; *Introducción a los procesos de manufactura*, Ed. Mc Graw Hill.9ª edición, México, DF. 2007, 611-670.
5. John A. Schey; *Procesos de manufactura*, Ed. Mc. Graw Hill, 3ª edición.Mexico, DF. 2002, 876-984.
6. Bertoline, Wiebe, Miller y Mohler; *Dibujo en ingeniería y comunicación grafica*, Ed. Mc Graw Hill, 2ª edición, Mexico, DF. 1999, 668-747.

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE BLOQUES VIBRO-COMPRIMIDOS ADICIONADOS CON CASCARILLA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA

H. Alonso-Jiménez, C. Barreto-Cabrera, E. García-Hernández, E. G. Carrillo-González y F. A. Evaristo-Alvarado,

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Tecnológico Nacional de México, Calzada Tecnológico no. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México C.P. 62780, – halonso24@yahoo.com.mx– industrial.barreto@gmail.com – eddgarcia@hotmail.com– fl0109@live.com

***Área de participación**: Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen – Debido a la importancia en la innovación de nuevos materiales de construcción, el objetivo de este trabajo es elaborar bloques vibro-comprimidos con adición de cascarilla de arroz y bagazo de caña para su posible uso como refuerzo y evaluación de sus propiedades mecánicas y físicas. En esta investigación se elaboraron bloques con la cascarilla de arroz con un tratamiento alcalino mediante una disolución de NaOH 1 M y bagazo de caña con un lavado previo a su utilización a fin de reducir la materia orgánica, además se analizaron las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión de acuerdo a la NMX-C-036-ONNCCE-2013 a los 7,14 y 28 días de su elaboración. El análisis de resultados a la compresión corroboran el efecto positivo en el aumento en la resistencia a la compresión de los bloques a los 28 días de su elaboración haciéndolos posibles candidatos como elementos estructurales de construcción. La cascarilla de arroz y el bagazo de caña son dos propuestas efectivas en su reutilización en la elaboración de bloques vibro-comprimidos.
Palabras Clave: Cascarilla de arroz, bagazo de caña, bloques vibro-comprimidos.

1. Introducción

En los últimos años se ha tomado conciencia en la utilización de los recursos naturales debido al calentamiento global que está sufriendo nuestro planeta lo que ha tomado auge el convertir desechos en nuevos productos para su utilización. Debido a esta preocupación, hoy en día se habla de Residuos Agroindustriales o Residuos Vegetales como fuente sostenible de materiales de construcción dando una idea de materiales ecológicos para la población.

En el Estado de Morelos el cultivo de caña de azúcar es de gran importancia socioeconómica, se cultivan alrededor de 16,600 has de caña de azúcar[1]. Cuyo residuo es denominado bagazo, compuesto por la cáscara y pulpa deshidratada, se generan 2.5 toneladas de bagazo por tonelada de azúcar. El uso que se le da al bagazo es muy limitado por falta de Tecnología e Investigación, empleándose como combustible en las calderas del Ingenio de Emiliano Zapata que se encuentra ubicado en el Municipio de Zacatepec. Por otro lado en la región se encuentra ubicado el molino de arroz San José que genera 4 ton de cascarilla mensualmente durante los meses de Octubre a Mayo, en el caso de la cascarilla de arroz es vendida a las avícolas del Estado de México para complemento alimenticio, pero debido a su naturaleza abrasiva, sus bajas propiedades

nutritivas, por su alto contenido de sílice, su resistencia a la degradación y su alto contenido de cenizas, no es recomendable para su utilización en este sector.
Es necesario desarrollar nuevas tecnologías que contribuyan a reutilizar el bagazo de caña y la cascarilla de arroz, dándoles un valor agregado y disminuir el impacto ambiental en su uso o producción. Debido a lo antes mencionado, el bagazo de caña y la cascarilla de arroz se seleccionaron como elementos reforzantes para la elaboración de materiales vibro-comprimidos, convirtiéndoles en elementos interesantes de estudiar y la sinergia producida al mezclarlos con arena, granzón y cemento, obteniendo un valor agregado en estos productos de manera que al reciclarlos se conviertan en recursos renovables.
La utilización del bagazo de caña como elemento reforzante en bloques ha sido de interés para Jenny Moreno Mora et al[2] empleando dos métodos para bajar los porcentajes de azúcares, el primero utilizando cal viva y el segundo con agua. Trabajos recientes por Tomás Serrano et al.[3], en 2012 realizaron pruebas utilizando la cascarilla de arroz con y sin pre tratamientos, como una adición en la fabricación de morteros ligeros.

2. Sección Experimental y/o Fundamento Teórico

2.1 Tratamiento del bagazo de caña.
El tamaño de las fibras de bagazo de caña utilizado fue el de la malla no. 10. Las fibras se dejaron remojando en agua potable durante 12 h, posteriormente se lavaron durante 10 minutos y finalmente se secaron al sol durante 8 horas a una temperatura ambiente de 31°C y humedad de 60%.

2.2 Tratamiento de la cascarilla de arroz.
Se depositaron 100 g de cascarilla de arroz en 100 mL de NaOH 1M y 900 mL de agua purificada, esta mezcla permaneció en reposo durante 24 h sin agitación y a temperatura ambiente. Transcurridas las 24 h se lavó con 3 L de agua potable hasta neutralización y se secó al sol durante 8 horas a una temperatura ambiente de 31°C y humedad de 60%.

2.3 Preparación de los bloques vibro-comprimidos.
La cascarilla de arroz y el bagazo de caña se cuantificaron una vez que estuvieron secas. Para obtener los bloques vibro-comprimidos se utilizó un diseño experimental multifactorial, 2^k donde k=2 factores con 9 réplicas y una muestra testigo. El diseño completo consistió en 36 corridas experimentales. Las variables independientes fueron las concentraciones de bagazo de caña y cascarilla de arroz.
Las mezclas se realizaron en una máquina revolvedora utilizando como base 96 kg de arena, 64 kg de granzón, 25 kg de cemento portland CPC-30-R/RS, con una relación a/c=0.5 Utilizando concentraciones de 0.1 y 0.3% de cascarilla de arroz y 0.1 y 0.6% de bagazo de caña, ambos en relación al peso del bloque. Las mezclas se vaciaron a un molde metálico de 12x20x40 cm, sometiendo la mezcla a vibro-compactación durante 8 s. Los bloques se cubrieron con polietileno de alta densidad durante 12 h como medio de curado de los mismos.

2.4 Evaluación de los bloques vibro-comprimidos.

Finalmente se evaluaron las propiedades de esfuerzo a la compresión de los bloques de acuerdo con el método de prueba de la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013[4] a 7, 14 y 28 días de fraguado, utilizando una prensa de marca Emerson y fecha de calibración vigente. El peso de los bloques y absorción total e inicial se evaluaron a los 28 días de fraguado mediante la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013[5].

Resultados y Discusión

La mezcla con una concentración de 0.1% de cascarilla de arroz y 0.1% de bagazo de caña obtuvo una resistencia a la compresión de 68.59 Kg/cm^2 siendo un 132% más resistente que el bloque sin fibra con una resistencia de 29.51 Kg/cm^2 (figura 1) siendo este el mejor resultado de todas las concentraciones con las fibras combinadas. El análisis de varianza demuestra que la resistencia del bloque depende significativamente de los agregados de bagazo y cascarilla con un valor $P < 0.05$ (tabla 1).

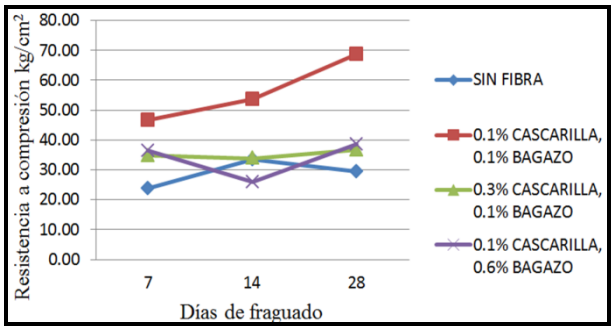


Figura 1.Resistencia a compresión de bloques vibro-comprimidos.

Tabla 1. ANOVA para los resultados a 28 días

General Linear Model: REST28 versus CAS28, BAGA28

Factor	Type	Levels	Values
CAS28	fixed	2	1, 2
BAGA28	fixed	2	1, 2

Analysis of Variance for REST28, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
CAS28	1	361.19	1224.45	1224.45	153.63	0.000
BAGA28	1	1087.69	1087.69	1087.69	136.47	0.000
Error	5	39.85	39.85	7.97		
Total	7	1488.74				

S = 2.82317 R-Sq = 97.32% R-Sq(adj) = 96.25%

De acuerdo a las pruebas de absorción realizados con la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013[5], se determinó que la absorción inicial los bloques con fibras no cumplen con los porcentajes permitidos (figura 2), mientras que la absorción a 24 h todos los bloques con las fibras cumplen con la norma (figura 3).

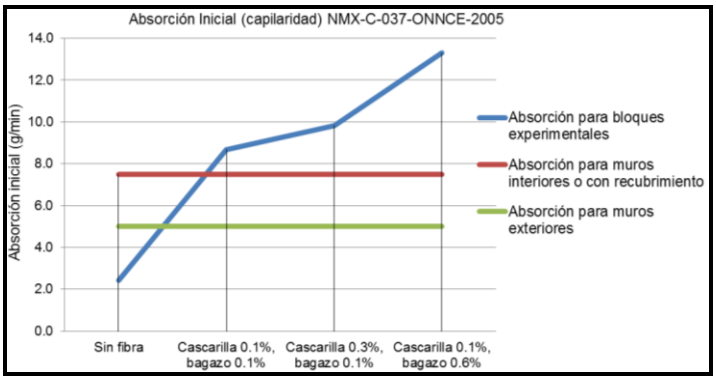


Figura 2. Prueba de absorción inicial de los bloques

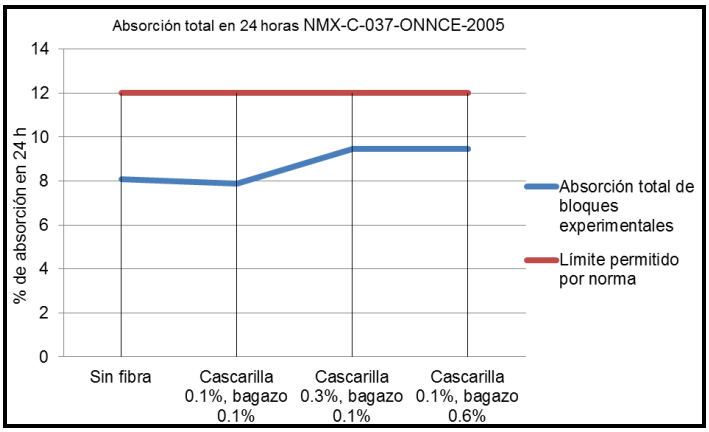


Figura 3. Prueba de absorción total a 24 horas de los bloques

El bloque sin fibra tiene mayor peso con un valor de 17.61 Kg que todos los bloques con fibras, obteniendo menor peso el bloque con proporción de 0.1% cascarilla de arroz y 0.6% bagazo de caña (figura 4).

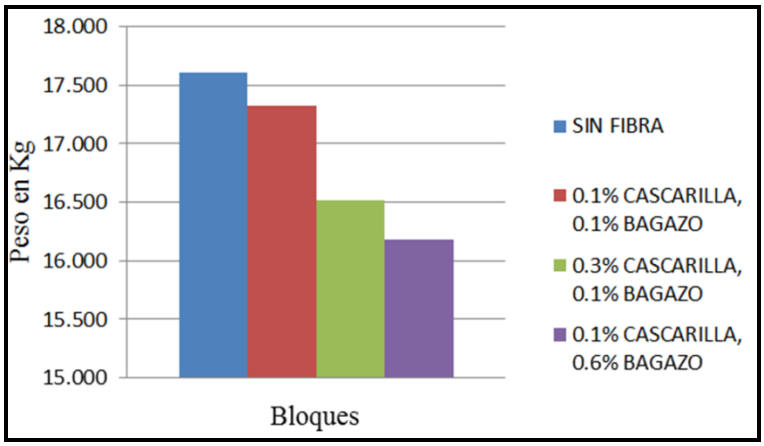


Figura 4. Peso de los bloques vibro-comprimidos

Conclusiones

Con los resultados obtenidos se establece que en la cascarilla de arroz el uso de una disolución básica como pretratamiento permite las reacciones de hidratación del cemento[3], fraguando sin ningún problema por lo que es de importancia mencionar ya que permite la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz en la elaboración de concreto para bloques. Es factible la utilización de bagazo de caña y cascarilla de arroz en una concentración de 0.1% en ambas, como elementos de refuerzo en bloques vibro-comprimidos por los resultados satisfactorios que se obtuvieron en el estudio realizado con una diferencia significativa aumentando la resistencia a la compresión y aligerando su peso. Confirmando que los compuestos reforzados con fibra consiguen una mejor resistencia a la fatiga, mejor rigidez y una mejor relación resistencia-peso, al incorporar fibras resistentes y rígidas aunque frágiles. El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras, las cuales soportan la mayor parte de la fuerza aplicada[6].

Agradecimientos

A la bloquera El Vadito por prestar sus instalaciones para la elaboración de las pruebas de los bloques, ubicada en la localidad de Galeana, carretera a Tequesquitengo.

Al Laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Zacatepec por permitir realizar las pruebas de los bloques dentro de sus instalaciones.

Referencias

[1] López, A., Mendoza, A., & Martínez E. . (2011). Caracterización, Identificación de problemas*, Análisis causa efecto, árbol de objetivos y proyectos a desarrollar en el mediano plazo en los sistemas producto*, 08 mayo, 2014, de Sagarpa Sitio web: http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda_morelos.pdf

[2] Moreno, J., Pozo, C. & Nájera, F.. (2011, julio 20). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana. *Perfiles*, 8, pp. 16-20.

[3] Serrano, T., Borrachero, M., Monzó, J.& Payá, J.. (2012,Julio 7). Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Dyna*, 175, pp. 128-136.

[4] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción-mampostería-resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines-método de ensayo, NMX-C-036-ONNCCE-2013, DOF: 03/07/2013, México, D.F., a 4 de abril de 2013.

[5] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines-Determinación de la absorción de agua y absorción inicial

de agua, NMX-C-037-ONNCCE-2013, DOF: 31/01/2014,México, D.F., a 4 de diciembre de 2013.
[6] Askeland, D.. (1998). Ciencia e Ingeniería de los Materiales. México: International Thomson Editores.
[7] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción - Mampostería-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural - Especificaciones y métodos de ensayo NMX-C-404-ONNCCE-2012, DOF: 13/12/2012, México, D.F., a 18 de mayo de 2012.
[8] Chowdhury, S. & Roy, S.. (2013, marzo 12). Prospects of Low Cost Housing in India. *Geomateriales*, 3, pp. 60-65. 2013, febrero 15, De http://www.scirp.org/journal/gm Base de datos.
[9] Lertwattanaruk, P., & Choksiriwanna, J. (2011). The physical and thermal properties of adobe brick containing bagasse for earth construction. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies,* 5(1), pp 187-199.
[10] Caballero, M., Silva, & L., Montes, J.. (Septiembre 22, 2010). Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave. Marzo 5,2014, de Memorias del XVI Congreso Internacional Anual de la SOMIM Sitio web: http://somim.org.mx/articulos2010/memorias/memorias2010/A3/A3_221.pdf
[11] Reyes Bañuelos, U. I. (2008). Concreto Reforzado con fibra de Bagazo de Caña. (Tesis), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
[12] Havllivis, M.. (junio, 2004). Conceptos Básicos del Concreto. Mayo 31, 2014, de Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A, C. Sitio web: http://www.imcyc.com/cyt/junio04/CONCEPTOS.pdf
[13] Verma, D., Gope, P., Maheshwari, M., & Sharma, R.. (2012, Julio 12). *Bagasse Fiber Composites-A Review.* J. Mater. Environ. Sci., 3, pp 1079-1092. 2014,Febrero 20,de http://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol3/vol3_N6/109-JMES-289-2012-Verma.pdf Base de datos.
[14] Tapia Bastidas, C. V. (2007). . (Tesis), *Elaboración de tableros de partícula fina a partir de residuos lignocelulósicos y resinas termoestables*, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencia de la Producción, Escuela Superior Politécnica del litoral, Guayaquil– Ecuador.
[15] Aviles R., Aguilar U., Alvarez A., López R., Castrejón T., Castaño V.,(1995) *Desarrollo y Caracterización de un aglomerado de Cemento Reforzado con Bagazo de Caña de Azúcar*, Nousitz. pp 25-31.

APLICACIÓN DE 6 SIGMA A LA FABRICACIÓN DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

J.D. Reza-Gaytán[1], N. Rodríguez-Bucio[2] y P.F. Pérez-Cabrera[3]

[1]Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala – alum_ing_ind@hotmail.com; [2]Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala –nor_ma3777 @hotmail.com; [3]Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala – ingfelipe67@hotmail.com

***Área de participación**: Mejora de procesos*

Resumen: En el presente proyecto de investigación se aplica la metodología Seis sigma para eliminar defectos en la fabricación de ensambles electrónicos para la industria automotriz. La empresa en la que se desarrolló el trabajo de investigación se dedica a la fabricación de tarjetas electrónicas para el control de las cajas de velocidades automáticas de vehículos de la marca GM (GENERAL MOTORS), esta industria tiene como misión ofrecer a los clientes del sector automotriz, productos innovadores fabricados en México, de excelente desempeño y a precios competitivos; en esta planta se ensamblan algunas piezas que sustentan este propósito y se busca en todo momento realizar investigaciones para llevar a cabo mejoras continuas en sus procesos. En la fábrica se presentó un problema de salpicadura de soldadura (solder splatter), el cual dio origen a una investigación para determinar las variables que intervienen en la aparición de los solder splatter en t76, con la intención de reducir los defectos. Se aplicó la metodología Seis Sigma para ayudar a reducir en al menos un 30 % los defectos por solder splatter en t76 y por ende reducir los rechazos de Beckend hacia SMD. Se alcanzó el objetivo planteado y se obtuvieron resultados muy satisfactorios, los cuales se tradujeron en un fuerte ahorro para la compañía, debido a que el desperdicio antes de todas las mejoras en lapsos de 8 semanas fue de $ 1,140,917.00 pesos y después de las mejoras se redujo a solo $ 78,110.00 pesos en un periodo similar.

Introducción

En la empresa Continental se ensamblan piezas electrónicas para la industria automotriz y en la semana 25 a la 28 se incrementó el scrap por solder splatter llegando a las 3003 piezas defectuosas siendo rechazadas por la línea de ensamble final, cada pieza tiene un valor de 73 pesos mexicanos dando un total de $219,219, este problema, dio origen a una investigación que permitiera identificar las variables que intervienen en la aparición de los solder splatter en t76. Se aplicó la metodología Seis Sigma para ayudar a reducir los defectos, se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: La aplicación de la metodología Seis Sigma ayuda a reducir en al menos un 30 % los defectos por solder splatter en t76 y por ende reducir los rechazos de Beckend hacia SMD.

Hipótesis alternativa: La aplicación de la metodología Seis Sigma no ayuda a reducir en al menos un 30 % los defectos por solder splatter en t76 y por ende reducir los rechazos de Beckend hacia SMD.

El objetivo general plateado para la investigación es: Tener una producción robusta y bien controlada que pueda hacer combate a cualquier defecto, aplicando la metodología 6 sigma. Los objetivos específicos fueron:

- Definir el proceso principal, los procesos internos, los procesos de apoyo y la relación que hay entre ellos.
- Llevar a cabo el análisis interno de las actividades que se desarrollan dentro de cada proceso.
- Encontrar las variables que influyen en el proceso de la línea 15 de smd
- Aplicar la metodología 6 sigma para la estandarización deseada.

El proyecto se aplicó en todas las líneas de SMD en dónde se ensambla el producto T76 FR4 y en cada una de las máquinas que integran estas líneas a fin de tener un proceso más ágil y con la información que sea de utilidad para cada proceso.

Sección Experimental

SEIS SIGMA es una metodología de *mejora de procesos*, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3.4 *defectos* por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como *defecto* cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente. Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.
Obtener 3.4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

- 1 sigma= 31% de eficiencia
- 2 sigma= 69% de eficiencia
- 3 sigma= 93.3% de eficiencia
- 4 sigma= 99.38% de eficiencia
- 5 sigma= 99.977% de eficiencia
- 6 sigma= 99.99966% de eficiencia

La metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en etapas de la siguiente manera:

Primera etapa (definir). En esta etapa de la metodología, se define el problema y cuál es la característica crítica de calidad para el cliente, para el caso que compete se tiene lo siguiente: En la semana 25 a la 28 se incrementó el scrap por solder splater llegando a 3003 piezas defectuosas siendo rechazadas por la línea de ensamble final, cada pieza tiene un valor de 73 pesos mexicanos dando un total de $219,219 como se muestra en la figura 1.1

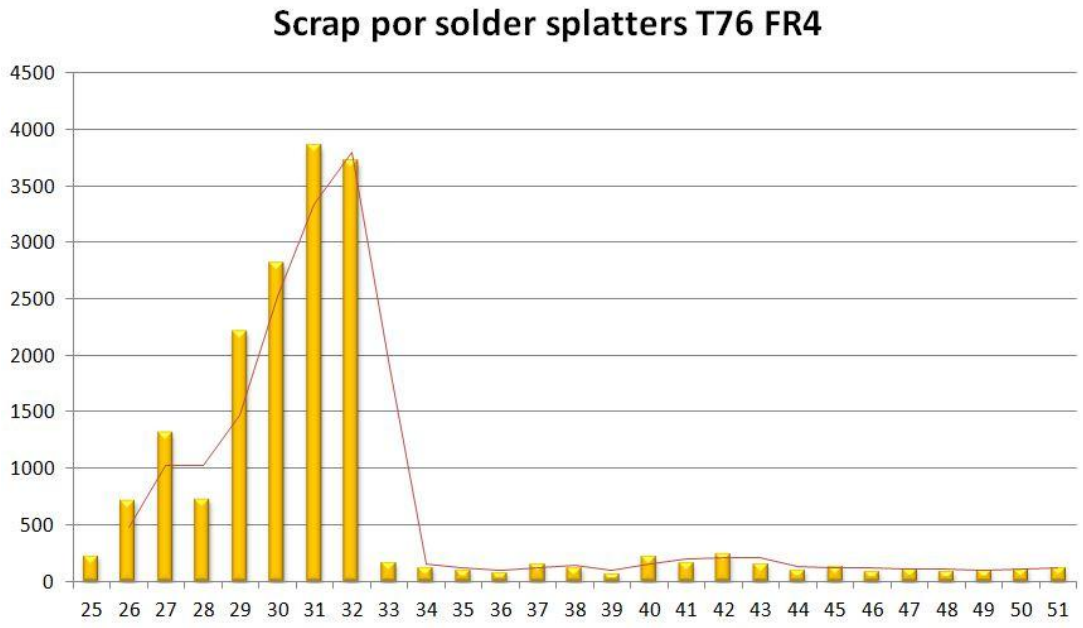


Fig.1.1 Scrap por solder splatters por semanas.

Medir (segunda etapa). En esta etapa se elaboró el diagrama causa-efecto, la tabla de investigación de variables y una cuadrícula para la fácil localización, las cuales se muestran en las fig. 1.2, 1.3. y 1.4

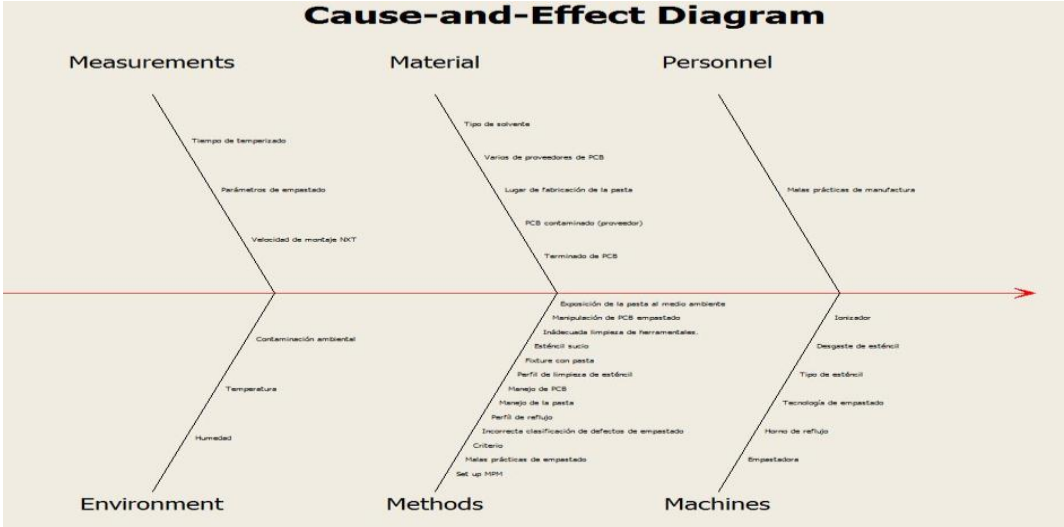


Fig. 1.2 Diagrama causa efecto del análisis de las posibles causas de Scrap

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	N° ident	FECHA AOI	N° TEMPOR	TURNO	LINEA	GRUPO OP	CUADRANTE	N° DE PAD	Posicion	IMAGEN	PROCED DE PASTA	PROVEDOR DE PCB
2	1	12-Aug-2013 08:11:34	F0106268C	1	15	A	F4	3	2	1		WUSS
3	2	13-Aug-2013 13:19:46	F010631D9	1	15	A	F4	12	6	1		WUSS
4	3	13-Aug-2013 14:04:34	F01063314	1	15	A	C3	20	1	1		WUSS
5	4	12-Aug-2013 10:50:50	F01062AC9	1	15	A	F4	4	8	1		WUSS
6	5	13-Aug-2013 12:24:41	F01063078	1	15	A	A3	1	3	1		WUSS
7	5	13-Aug-2013 12:24:41	F01063078	1	15	A	C3	1	3	1		WUSS
8	6	13-Aug-2013 12:30:14	F0106309E	1	15	A	D3	2	1	1		WUSS
9	7	12-Aug-2013 10:22:09	F010629C2	1	15	A	E1	1	5	1		WUSS
10	8	12-Aug-2013 10:22:05	F010629C0	1	15	A	C3	6	3	1		WUSS
11	9	13-Aug-2013 13:59:06	F010632F0	1	15	A	F4	22	5	1		WUSS
12	10	12-Aug-2013 07:48:34	F010625F0	1	15	A	F4	9	6	1		WUSS
13	11	12-Aug-2013 00:11:47	F01061C07	3	15	B	G3	1	2	1		WUSS
14	12	13-Aug-2013 11:40:20	F01062F43	1	15	A	F4	2	4	1		WUSS
15	13	11-Aug-2013 22:42:45	F010619A9	2	15	C	C3	13	9	1		WUSS
16	14	11-Aug-2013 23:11:31	F01061A74	3	15	B	C3	18	9	1		WUSS
17	15	12-Aug-2013 03:51:17	F0106201E	3	15	B	E3	7	7	1		WUSS
18	16	12-Aug-2013 07:39:27	F010625BD	1	15	A	E1	1	5	1		WUSS
19	17	12-Aug-2013 07:38:14	F010625AF	1	15	A	F4	4	1	1		WUSS
20	18	11-Aug-2013 21:59:05	F01061889	2	15	C	C3	9	1	1		WUSS
21	19	12-Aug-2013 00:23:49	F01061C4E	3	15	B	F4	7	3	1		WUSS
22	20	12-Aug-2013 01:35:35	F01061DE9	3	15	B	C3	6	2	1		WUSS

Fig. 1.3 Datos para la investigación de variables

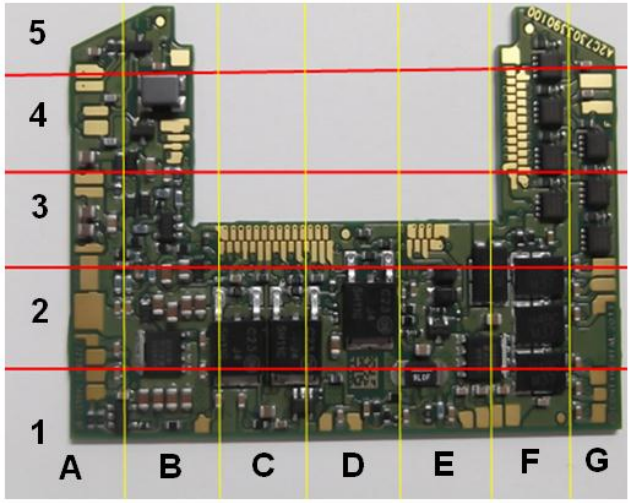


Fig. 1.4 Diseño de la cuadrícula para la separación de cuadrantes

Resultados y Discusión

Se logró la reducción de scrap por solder splatters a partir de la semana 33 como se muestra en la figura 1.5

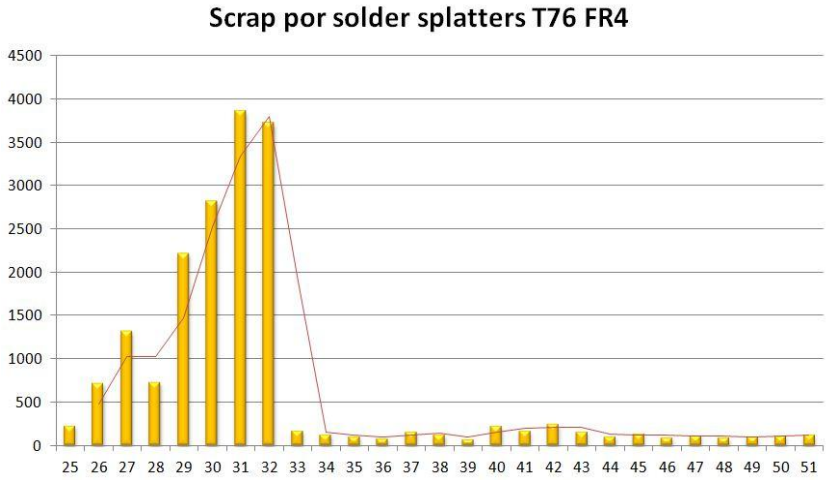


Fig. 1.5 Reducción del scrap desde la semana 33

En la figura siguiente (1.6), se muestra la reducción total de scrap después de las modificaciones.

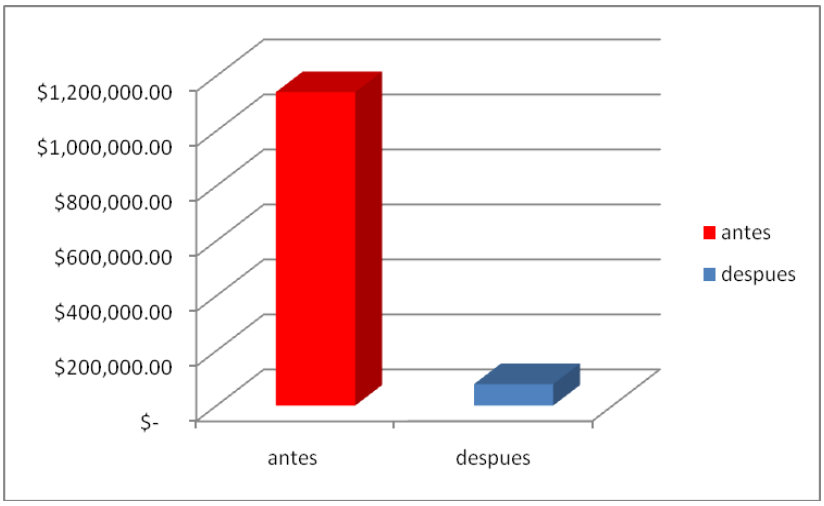


Fig. 1.6 Reducción de scrap

El desperdicio antes de todas las mejoras en lapsos de 8 semanas fue de $ 1,140,917.00 pesos y después de las mejoras se redujo a solo $ 78,110.00 pesos en un periodo similar**.**

Conclusiones

Se concluye que se acepta la siguiente hipótesis:

Ho: La aplicación de la metodología Seis Sigma ayuda a reducir en al menos un 30 % los defectos por solder splatter en t76 y por ende reducir los rechazos de Beckend hacia SMD.

Se debe:

a) Comprar solo al proveedor de pcb que produzca menos splaters
b) Adquirir pasta de una sola procedencia, la que produzca menos splaters
c) Producir solamente en una línea
d) Cambiar el perfil de reflujo por el que produzca menos defectos
e) Cambiar el criterio de inspección

Agradecimientos:

Se le agradece a todas las personas que de alguna forma colaboraron para la realización del presente proyecto de investigación, y toda sugerencia, observación o comentario es bienvenido para el enriquecimiento de trabajo realizado

Referencias

1. J.M. Juran, F.M. Gryna *Análisis y Planeación de la Calidad*, Ed. Mc Graw Hill, México 1995
2. H. Kume, *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*, Ed. Norma, Bogotá 1992
3. M.J. Harry, Six Sigma: A. Breakthrough Strategy for Profitability, Quality Progress, 31, num. 5, 1998
4. W.E. Deming *Calidad, Productividad y Competitividad*, Ed. Díaz de Santos, Madrid 1998
5. A. P. Izquierdo: *Metodología Seis Sigma a través de Excel* Ed. Alfaomega, México 2011.
6. H. Gutiérrez *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* Editorial MC Graw Hill, México 2009.
7. E. Edgardo *Seis Sigma- Metodología y Técnicas* Ed. Limusa, México D.F. 2003.
8. W.Q. Meeker, E. Escobar, Statistical methods for reliability data, Wiley, Nueva York, 1998

CELDA DIDÁCTICA PARA CONCENTRACIÓN DE MINERALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA.

F. Juárez-Herrera, A. Acevedo-Figueroa, S. Castrejón Pérez.
V.A. Monreal-Domínguez.

Instituto Tecnológico de Iguala - francisco.juarez@itiguala.edu.mx; agustinacevedo086@gmail.com; sofia.castrejon@itiguala.edu.mx; valejandro.monreal@itiguala.edu.mx

***Área de participación**: Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad*

Resumen – El proyecto "Celda didáctica para concentración de minerales con contenido de oro y plata", consistió en el diseño, construcción y puesta en marcha de una celda de flotación para minerales con contenido metálico valioso, en el laboratorio de Ingeniería de Métodos del Instituto Tecnológico de Iguala. Se diseñó y se construyó una celda de flotación con su sistema de agitación y aireación con compresor para lograr implementar a nivel laboratorio el proceso de flotación bulk de minerales. Se montó la celda en un taladro de banco del laboratorio y se realizó un estudio metalúrgico con muestras de la región con la finalidad de verificar la recuperación de metales valiosos como la plata y el oro utilizando la celda construida utilizando los reactivos químicos especiales que se requieren los cuales son activadores, depresores, espumantes y colectores para realizar dichas pruebas.

Introducción

El proyecto "Celda didáctica para concentración de minerales con contenido de oro y plata", consistió en un proyecto de Investigación que requería de la construcción de una celda de flotación de minerales con contenido metálico valioso y un estudio metalúrgico a través de la obtención de muestras confiables de ciertos minerales los cuales se utilizaron para recuperar pequeñas cantidades de oro y plata, utilizando la flotación como una operación fundamental para la obtención de dichos resultados. Para ello fue primordial conocer a profundidad cada uno de los procedimientos que se llevaron a cabo, de los cuales, se abordó con mayor interés para el proyecto de investigación el tema de la flotación de minerales y que para la mayoría de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, el termino es desconocido ya que comprende una definición que solo tiene conocimiento aquella persona que haya estudiado química de los materiales o mineralogía, entre otras ramas que se dedican a analizar las propiedades físicas y químicas de los minerales.

Fundamento Teórico.

Trituración

El objetivo de la trituración y la molienda es producir partículas a partir de otras más grandes. Las partículas más pequeñas son más deseables por su gran superficie o bien por su forma, tamaño y número. Una medida de la eficiencia de la operación se basa en la energía que se requiere para crear nueva superficie, ya que el área superficial de una unidad de masa de partícula, aumenta mucho cuando las partículas disminuyen de tamaño. Contrariamente a un triturador o molino ideal, una unidad real no da lugar a un producto uniforme. El producto siempre consta de una mezcla de partículas, con tamaño variable desde un máximo definido hasta un mínimo submicroscópico**.** Algunas máquinas, especialmente en el caso de los molinos, están diseñadas para controlar el tamaño de las partículas más grandes en sus productos, pero en cambio las más finas no están bajo control. En algunos tipos de molinos los finos se reducen a un mínimo, pero no se eliminan totalmente. Sí la alimentación es homogénea tanto por lo que se refiere al tamaño de las partículas como a su estructura física y química, las formas de las distintas partículas de los productos pueden ser bastantes uniformes; en caso contrario, las proporciones de los granos de los distintos tamaños de un solo producto pueden variar considerablemente. La trituración es también denominada desintegración y las maquinas que la producen trituradoras, desintegradoras, quebrantadoras o machacadoras según los diversos autores. La desintegración se realiza en distintas etapas y en una gran diversidad de máquinas. Así el material extraído de cantera y que se trata en una trituradora, en esa etapa se realizará la trituración primaria. Si de allí el material producido pasa a una segunda trituradora, en esta se efectuará la trituración secundaria. A continuación se continua triturando en la trituradora terciaria, hasta obtener una una reducción para la molienda.

Molienda

En la industria minera las materias primas de las que se parte para elaborar algún medicamento suelen tener un tamaño de partícula demasiado grande como para darle uso; debido a esto, es común la reducción de tamaño (McCabe, y otros, 2007). La manera más empleada para la subdivisión de partículas sólidas grandes en partículas más pequeñas es la trituración y la molienda o molturación. El término molienda, se refiere a la pulverización y a la desintegración del material sólido. Específicamente, la desintegración se refiere a la reducción del tamaño de agregados de partículas blandas débilmente ligadas entre sí. Es decir, que no se produce ningún cambio en el tamaño de las partículas fundamentales de la mezcla. La pulverización, por su parte, implica la reducción del tamaño de las partículas fundamentales de las sustancias. La molienda es una operación unitaria que, a pesar de implicar sólo una transformación física de la materia sin alterar su naturaleza, es de suma importancia en diversos procesos industriales, ya que el tamaño de partículas representa en forma indirecta

áreas, que a su vez afectan las magnitudes de los fenómenos de transferencia entre otras cosa.
Considerando lo anterior, el conocimiento de la granulometría para determinado material es de importancia, consecuentemente. La molienda es una operación unitaria que reduce el volumen promedio de las partículas de una muestra sólida. La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son compresión, impacto, frotamiento de cizalla y cortado. Las principales clases de máquinas para molienda son: Trituradores Gruesos y Finos.

Filtración

La filtración es una técnica, proceso tecnológico u operación unitaria de separación, por la cual se hace pasar una mezcla de sólidos y fluidos, gas o líquido, a través de un medio poroso o medio filtrante que puede formar parte de un dispositivo denominado filtro, donde se retiene de la mayor parte del o de los componentes sólidos de la mezcla. Las aplicaciones de los procesos de filtración son muy extensas, encontrándose en muchos ámbitos de la actividad humana, tanto en la vida doméstica como de la industria general, donde son particularmente importantes aquellos procesos industriales que requieren de las técnicas de ingeniería química. La filtración se ha desarrollado tradicionalmente desde un estudio de arte práctico, recibiendo una mayor atención teórica desde el siglo XX. La clasificación de los procesos de filtración y los equipos es diversa y en general, las categorías de clasificación no se excluyen unas de otras. La variedad de dispositivos de filtración o filtros es tan extensa como las variedades de materiales porosos disponibles como medios filtrantes y las condiciones particulares de cada aplicación: desde sencillos dispositivos, como los filtros domésticos de café o los embudos de filtración para separaciones de laboratorio, hasta grandes sistemas complejos de elevada automatización como los empleados en las industrias petroquímicas y de refino para la recuperación de catalizadores de alto valor, o los sistemas de tratamiento de agua potable.

Flotación

Según la definición, la flotación (Perry, y otros, 2001) contempla la presencia de tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está representada por las materias a separar, la fase líquida es el agua y la fase gas es el aire. Los sólidos finos y liberados y el agua, antes de la aplicación del proceso, se preparan en forma de pulpa con porcentaje de sólidos variables pero normalmente no superior a 40% de sólidos. Una vez ingresada la pulpa al proceso, se inyecta el aire para poder formar las burbujas, que son los centros sobre los cuales se adhieren las partículas sólidas. La definición tradicional de flotación dice que es una técnica de concentración de minerales en húmedo, en la que se aprovechan las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas para efectuar la selección. La flotación es una técnica (Espin, 2011) de concentración que

aprovecha la diferencia entre las propiedades superficiales o interfaciales del mineral útil y la ganga. Se basa en la adhesión de algunos sólidos a burbujas de aire, las cuales transportan los sólidos a la superficie de la celda de flotación, donde son recolectados y recuperados como concentrado. La fracción que no se adhiere a las burbujas permanece en la pulpa y constituyen las colas o relaves. El equipo que se diseñó se realizó tomando en cuenta el modelo que se muestra a continuación, el cual consiste en una celda mecánica de flotación (ver figura 1), la cual básicamente tiene un mecanismo donde se forman tres zonas (de espuma, mineralización y mezclado) dentro de una celda que en nuestro caso se construyó con fierro (lamina) comercial que tiene un volumen de 11.2 lt. y que cuenta con un agitador, un difusor y un alimentador de aire alimentado por una manguera de hule conectada a un compresor, tal como se muestra en las figuras de los resultados del proyecto (ver figuras 3, 4, y 5).

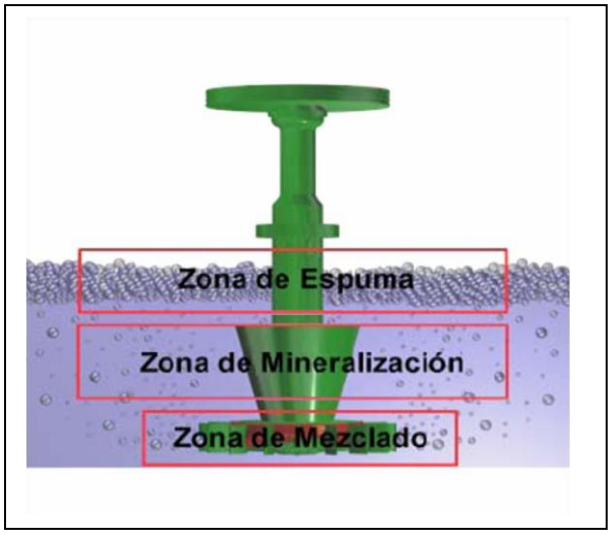


Figura 1 – Celda de flotación mecánica.

El fenómeno químico -adsorsión- entre las partículas valiosas de metal y el reactivo colector con el espumante y la partícula, se da en la zona demineralización, logrando en la zona de mezclado una fricción entre los reactivos y el mineral que hace que las partículas y los reactivos entren en contacto para su posterior flotabilidad de las partículas en la zona de espuma (ver figura 2).

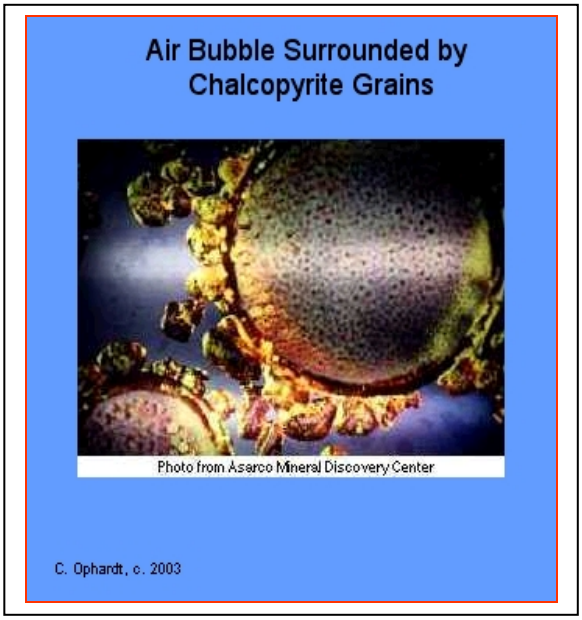


Figura 2 – Celda de flotación mecánica.

La flotación es un proceso de adsorción física y es resultante de interacciones químicas secundarias o residuales (tipo Van der Waals), caracterizándose por un bajo calor de interacción, ninguna o casi ninguna acción de selección entre el adsorbente y el adsorbido, siendo posible la formación de multicapas.

Copelación

La copelación era una de las operaciones que se realizaba en el laboratorio de minerales y rocas. Es una operación metalúrgica que consiste en fundir un metal para purificarlo o extraerlo de su contexto. Este procedimiento se conoce con el nombre de copelación, dado que los recipientes donde se efectúa (crisoles especiales), tienen forma de copa. Se efectúa con mineral de cabeza que contiene oro y plata en pequeñas partículas diseminadas, que pasan por un proceso de trituración y molienda para su separación. Para separar el oro y la plata de la parte inútil, se procede a la fusión con crisol de arcilla y fundentes como el óxido de plomo, (entre otros), el cual capta las partículas de oro y plata atrayéndolas y juntándolas. Todo se combina en proporciones definidas en porcentajes, y son llevados a una mufla a temperaturas muy elevadas (30 minutos). Al cabo de ese tiempo la masa fundida se vacía en un molde cónico, produciéndose la separación de los metales (plomo, oro y plata) de la escoria. El oro se separa de la plata a través de un tratamiento mecánico para eliminar los residuos de la superficie, luego se colocan los metales en un crisol llamado cópela, que tiene la propiedad de absorber el plomo. Esta cópela se introduce nuevamente a la mufla a altas temperaturas separándose así definitivamente el oro y la plata. Finalmente la mezcla de oro y plata es atacada químicamente con ácido nítrico, que desvincula al oro (en estado sólido) de la plata. Esta es luego

precipitada con ácido clorhídrico y llevada a fusión para obtener este mineral con alta pureza.

Resultados y Discusión

Se construyó el equipo que se diseñó, para realizar un análisis metalúrgico a un mineral con contenido metálico, para lo cual el equipo que se diseñó y construyó fue una celda para flotación (ver figura 3) de minerales, construida de lámina de fierro comercial y se le incluyó un agitador de pulpa con alimentación de aire regulable de un compresor para formar burbujas de aire al interior de la celda.
Se realizó una prueba de flotación (ver figura 4) para determinar aproximadamente los gramos de plata que se recuperarían utilizando una pequeña muestra de mineral. Para ello fue necesario utilizar el equipo de flotación que se diseñó y los materiales y equipos con que se cuenta en el laboratorio para llevar a cabo la implementación y mejora del proceso de flotación de minerales (ver figura 5), el cual forma parte del proceso de análisis metalúrgicos para minerales con contenido metálico. Era recomendable utilizar algún aparato, equipo ergonómico e incluso gafas protectoras para prevenir alguna lesión en los ojos, en el caso de las manos algún tipo de guante elaborado con material resistente al calor como el cuero o el látex. La parte fundamental de cualquier proceso antes de ejecutar es conocer las normas de seguridad, por eso fue importante haber seguido al pie de la letra los lineamientos de la higiene y seguridad industrial; así como, haber realizado un trabajo limpio y ejecutarlo de manera segura. Los equipos que se utilizaron son indispensables para la ejecución de los procesos. A continuación se detallarán los equipos y materiales (ver tabla 1) que se utilizaron para el desarrollo de la investigación, y las condiciones de operación se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1 – Material y Equipo que se utilizaron en el Análisis Metalúrgico de Oro y Plata

EQUIPO	MATERIALES
Mufla	Cemento y Hueso Animal
Pallonera	Esfalerita
Crisoles de Barra	Pirita
Pinzas para Crisol	Xantáto Isopropílico de Sodio
Horno	Espumante
Copelas de Cemento y Hueso	Surfactante
Trituradora	Fundente
Equipo de Flotación	Litargírio
Riffle	Oxido de Plata
Molino de Bolas	Acido Nítrico

Tabla 2 – Condiciones de Operación para el Proceso de Flotación

OPERACIÓN	FACTORES QUE INFLUYEN	CARACTERÍSTICAS
MOLIENDA	MUESTRA	1 kg Bajo 10 Mallas Mixta TAYLOR
	TIEMPO	15 Minutos TAYLOR
	%SÓLIDOS	66.7% - 200 Malla
FLOTACIÓN	TIEMPO	1 kg Bajo 10 Mallas Mixta TAYLOR
	ACONDICIONAMIENTO	2 MIN. Cal
	COLECTORES	11.34 g/Ton Xantáto Isopropílico de Sodio
	ESPUMANTE	9.07 g/Ton
	pH	12
	PALETEO	c/10 seg.

Figura 4 – Prueba de flotación con 1 Kg. De mineral.

Figura 5 – Mineral flotado vaciado en una charola

Los fenómenos de adsorción en la interfase mineral/agua son controlados en la mayoría de los casos por la doble capa eléctrica, la cual se define como: La carga eléctrica de los sólidos presentes en una pulpa acuosa atrae una “atmósfera” de iones de carga contraria, parte de la atmósfera es difusa. La carga de superficie, en conjunto con la capa difusa, constituye la doble capa eléctrica.
En la doble capa eléctrica se distinguen las siguientes zonas: la carga superficial, la capa de Stern (constituida por los iones en la fase acuosa próxima a la superficie) y la fase líquida, lo que se conoce como zonas de doble capa eléctrica de acuerdo al modelo siguiente (ver figura 6).

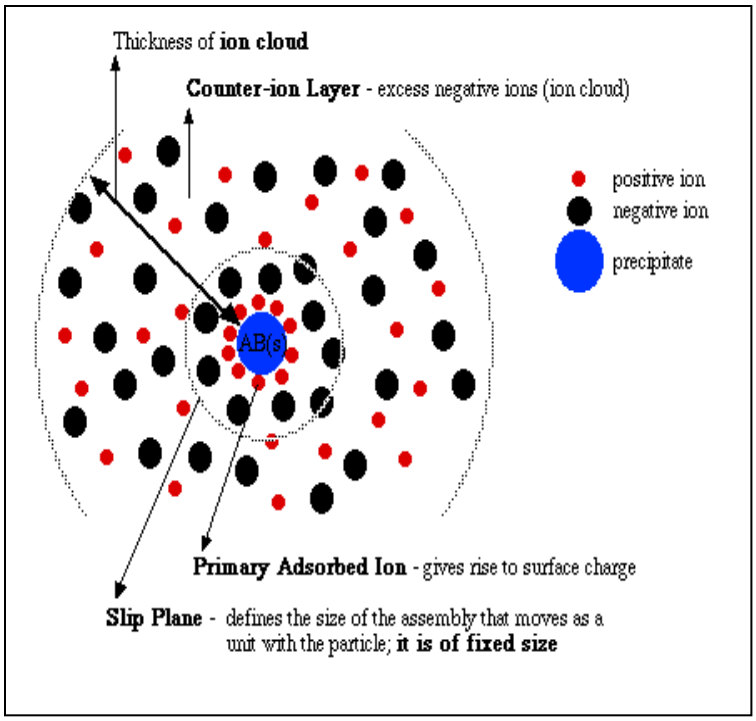


Figura 6 – Modelo de doble capa eléctrica

Conclusiones

Se realizó el equipo que se requería para poder realizar pruebas metalúrgicas el cual fue la celda de flotación didáctica, la cual nos permite aprender cual es el funcionamiento teórico y práctico de las fuerzas de atracción y de repulsión electrostáticas de Van der Waals, para repeler o colectar partículas metálicas valiosas de minerales y como pueden ser utilizados los reactivos químicos utilizad os para colectar y formar concentrados de metales valiosos.
Al término de este proyecto contamos con una celda de flotación didáctica para minerales con contenido metálico valioso que puede ser utilizada en la enseñanza

y que puede ofrecer otro servicio externo al pequeño minero, la cual se diseñó y construyó como parte de un proyecto integral de construcción y equipamiento para la realización de análisis metalúrgicos en la carrera de Ingeniería Industrial en el laboratorio de Ingeniería de Métodos para la mejora de procesos.

Agradecimientos

Agradezco al Instituto Tecnológico de Iguala el haberme permitido realizar este proyecto y utilizar los equipos disponibles y los recursos humanos, financieros y materiales para el logro del mismo, a mis compañeros docentes y a los alumnos que intervinieron a lo largo del desarrollo del mismo.

Referencias

1. McCabe, W. L., Smith, J. C. y Harriott, P. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. Sexta Edición. México: Mc. Graw Hill, 2007.
2. Perry, R. H., Green, D. W. y Maloney, J. O. *Manual del Ingeniero Químico.* Edición 6°. Madrid: Mc. Graw Hill, 2001.
3. Espin, A. S. *Elaboración de Materiales y Equipos para su Utilización en el Análisis Metalúrgico de Oro y Plata (flotación).* México: Instituto Tecnológico de Iguala, 2011.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE SEGUIMIENTO DE ALUMNOS: CASO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL SUR DEL ESTADO DE MORELOS

Dafna Figueroa Avila[1], Hugo Augusto Rodríguez[1], Javier Casimiro Morales[1], Eugenio César Velázquez Santana[2], Miguel Rosemberg del Pilar de Gante[2]

[1]Carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos, Carr. Puente de Ixtla – Mazatepec Km. 2.35, Puente de Ixtla, Morelos – dafnafigueroa@utsem-morelos.edu.mx, [1]hugorodriguez@utsem-morelos.edu.mx, [1]javiercasimiro@utsem-morelos.edu.mx.
[2]División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica No.1, Emiliano Zapata, Morelos, [2]cesarvelazquez@utez.edu.mx, [2]miguelrosemberg@utez.edu.mx

Área de participación: mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.

Resumen - El uso de los Sistemas de Información es hoy en día la herramienta principal para gestionar de forma eficiente y precisa la información que utilizan las Instituciones de Educación Superior en México, dada las necesidades de generar aplicaciones que ayuden a la toma de decisiones a bajo costo. El objetivo principal de esta investigación, fue desarrollar un sistema de información que apoyará a los profesores y/o tutores en la gestión de información de forma sencilla y rápida, sin necesidad de capturar reiteradamente los mismos datos. En este trabajo se utilizó la metodología Leopoldo Galindo Soria (LGS), la cual fue utilizada en el caso de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos (UTSEM).

Introducción

El uso de las tecnologías de la información y por ende de los Sistemas de Información (SI) en nuestros días, ha propiciado que las Instituciones de Educación Superior (IES), tomen como parte de su infraestructura y proceso educativo el uso de los SI, debido a su capacidad para almacenar y procesar información, siendo las propias IES las que trabajan de forma sistemática en la elaboración y desarrollo de sus propios sistemas informáticos, los cuales les facilitan mejorar en tiempo y forma todos sus procesos cotidianos, siendo los docentes los principales usuarios y beneficiados con estos sistemas ya que les permita contar con una herramienta que sirva de apoyo para el control, la administración y el fortalecimiento de sus actividades académicas y de gestión.

Con base en lo anterior, un SI como lo menciona Seen (2002), es una combinación organizada de personas, hardware, software, redes de comunicaciones y recursos de datos que reúne, transforma y disemina información en una organización, es por ello que la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos (UTSEM), se planteó el objetivo de desarrollar un SI que fuera utilizado como herramienta de gestión, durante el proceso de estancia del alumno dentro de la universidad, con la finalidad de hacer más eficiente la toma decisiones por parte de los profesores y demás usuarios que ahí laboran a través del intercambio, acceso y manejo de la información almacenada en una base de datos

centralizada y estandarizada.

El propósito del presente trabajo se enfoca en describir las fases de desarrollo del Sistema de Seguimiento de Alumnos (SEA), tales como análisis, diseño, implementación, pruebas y liberación, aplicando la metodología LGS, para que con base en lo anterior, el SEA permita a los docentes gestionar toda la información relevante de los alumnos de la carrera de Tecnologías de la Información (TIC) de la UTSEM, logrando con ello un seguimiento personalizado de cada alumno durante su estancia dentro de la Universidad. El artículo está organizado de la siguiente forma; en primer lugar se ubica la introducción, seguido de los antecedentes; así como del fundamento teórico, el desarrollo de la aplicación y finalmente, se muestran los resultados obtenidos y las conclusiones.

Antecedentes para el diseño del Sistema de Seguimiento de Alumnos (SEA)

La UTSEM, se encuentra ubicada en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos, dando inicio de actividades académicas 06 de septiembre del año 2012 con las carreras en Agricultura Sustentable y Protegida; Operaciones Comerciales Internacionales: Área Negocios Internacionales; Tecnologías de la Información y Comunicación: Área Multimedia y Comercio Electrónico; y Turismo: Área Desarrollo de Productos Alternativos. La UTSEM, con el apoyo de la carrera en Tecnologías de la Información, inició en 2013 el diseño del SEA, con la finalidad de monitorear la progresión de los estudiantes en su programa de estudio durante toda su estancia en la Universidad. En su primera etapa del análisis se llevó a cabo una revisión de experiencias de otras universidades dentro de la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP), con relación a Sistemas de Seguimiento y la revisión de factores asociados a la trayectoria académica. Las experiencias revisadas de otras universidades fueron: UT de Puebla, UT del Valle de Toluca, UT Emiliano Zapata del Estado de Morelos, UT de León, UT de Manzanillo, UT de la Riviera Maya, entre otras más.

Un primer factor que sobresale en la revisión de estas experiencias, es la diferenciación que hacen del '*momento'* en que el alumno proporciona la información a la Universidad durante toda su estancia. Así por ejemplo, hay aspectos para monitorear en el momento en que el alumno 'ingresa' a la Universidad, mientras 'progresa' en su carrera, y cuando 'egresa' de la misma. Este sentido longitudinal de la recolección de información permite monitorear no solo cada uno de esos momentos en sí mismo, sino también poder observar los datos recogidos desde una perspectiva evolutiva de su cambio en el tiempo, por medio de un mismo conjunto de indicadores en diferentes momentos.

Con respecto a los factores determinantes en la trayectoria académica de los estudiantes, se revisaron numerosas publicaciones que mostraron la importancia de recoger datos sobre las características de los estudiantes que ingresan; antecedentes familiares, de estudios previos; sus características personales, como disposición hacia la carrera (motivación, hábitos de estudio, autoconfianza, expectativas); factores de contexto, como apoyo familiar, situación laboral del estudiante y financiamiento de sus estudios; factores de integración universitaria, como interacción con sus compañeros de clases y profesores, participación en actividades extracurriculares, integración social y compromiso institucional; factores asociados a la deserción, como problemas vocacionales, de salud, económicos, responsabilidades familiares

Fundamento Teórico

Para Senn (2002), Pressman (2003) y Galindo (2006) el desarrollo de sistemas, es un proceso formado por las fases de análisis, diseño, desarrollo, implementación y pruebas, que en su conjunto conforman el ciclo de vida del desarrollo de sistemas de información según la metodología usada. En la figura 1 se muestra la metodología LGS propuesta por Galindo (2006), la cual se tomó como base para el desarrollo del proyecto de investigación, es por ello que esta metodología estructurada requiere el cumplimiento de cada paso o fase para poder cumplir con las siguientes.

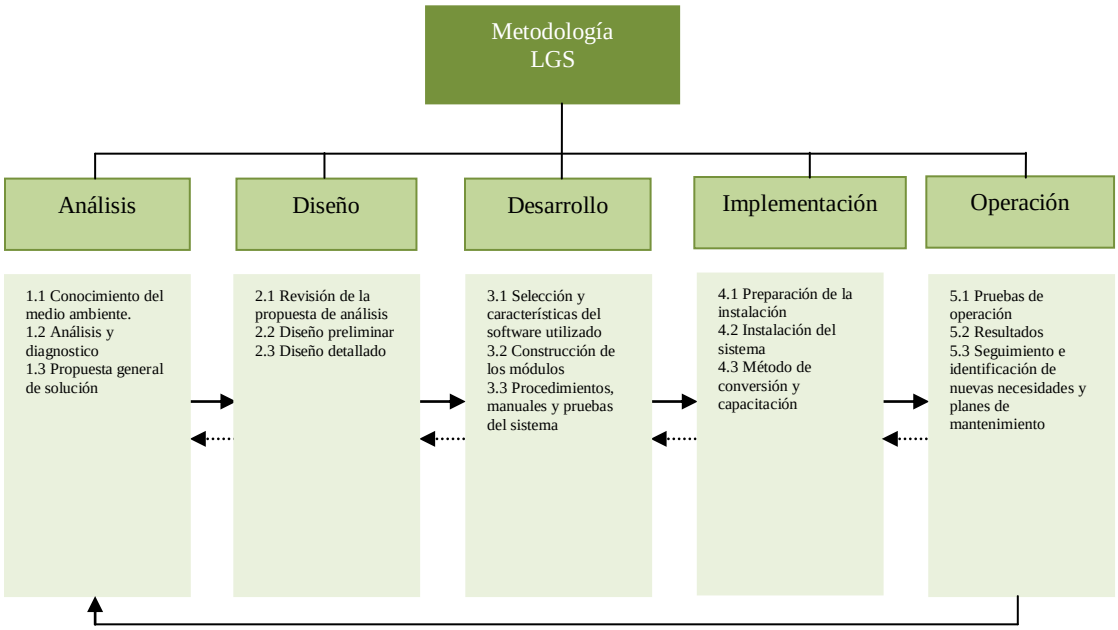


Figura 1. Metodología de desarrollo LGS.

Desarrollo del Sistema de Seguimiento de Estudiantes

Análisis del sistema

Esta fase consiste en analizar el problema que la institución trata de resolver mediante un SI para satisfacer una necesidad; y se enfoca básicamente en dividir un problema en partes y desarrollar soluciones; en otras palabras, se debe definir el problema, identificar sus causas, especificar las soluciones e identificar los requerimientos de información, que deben ser cumplidos por una solución de sistemas (Kendall, 2005). Con base en lo anterior, se determinó que el SEA estuviera compuesto por un conjunto de encuestas aplicadas a los estudiantes en distintos *"momentos"* de su trayectoria académica. Su objetivo general es monitorear su percepción respecto a diversos aspectos de su carrera y la Universidad; caracterizar a los estudiantes que ingresan, indagar en las causas de deserción y evaluar su posible inserción en el campo laboral, entre otros aspectos, lo que permite apoyar de mejor manera la toma de decisiones en la carrera, así como en la parte administrativa de la universidad.

Con base en Valenzuela y Pérez (2012), el SEA define tres "*momentos*" específicos en los que se recoge la información de la '*trayectoria'* universitaria de los estudiantes: Cuando ingresa a la universidad, cuando progresa o deserta de su carrera y cuando está en proceso de titularse. Estos momentos permiten un análisis de los estudiantes en cada hito y también un análisis longitudinal de seguimiento de cohortes. Cada uno de los tres momentos de la trayectoria de un estudiante tiene asociado un instrumento de recolección de información, tal como se muestra en la siguiente figura:

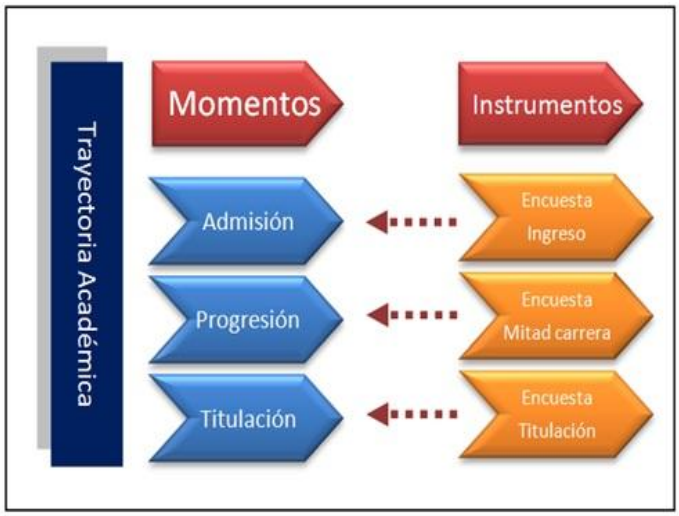


Figura 2. Proceso de Seguimiento de Estudiantes, con base en Valenzuela y Pérez, 2012.

Con base en la anterior, se desarrollaron las tres encuestas para los diferentes momentos por los cuales pasa un alumno de la UTSEM. En la Tabla 1, se describen los tres instrumentos de medición con su respectivo objetivo y población a la cual está dirigida.

Tabla 1. Descripción de los instrumentos de evaluación con base en Valenzuela y Pérez, 2012.

Trayectoria Académica		
Instrumento	Objetivo	Población objetivo
Admisión		
Encuesta de Ingreso	Recoger información sobre las características de los estudiantes al ingresar a la universidad, en términos de: nivel socioeconómico y cultural de su familia, antecedentes académicos, disposición hacia los estudios, motivaciones, expectativas académicas y evaluación de su carrera y la universidad, entre otros aspectos.	Se aplica a todos los estudiantes nuevos, en periodos de ingreso. La encuesta se responde a través de una página web del SEA.
Progresión		
Encuesta Mitad Carrera	Recoger información sobre la experiencia universitaria de los estudiantes; su integración social e institucional, la relación con sus profesores, su evaluación de los profesores, cursos y actividades extra escolares. De ser el caso, se recoger las causas por las cuales un estudiante se da de baja temporal o definitiva del cuatrimestre, recabando las circunstancias que lo llevaron a tomar esa decisión.	Se aplica a todos los estudiantes matriculados cuando hayan cursado la mitad de su plan de estudios. La encuesta se responde a través de una página web del SEA. Se aplica a estudiantes que solicitan su baja de la UTSEM. El Tutor o Jefe de la carrera debe reportar las causas de deserción de la carrera en el propio SEA.
Titulación		
Encuesta Titulación	Recoger información sobre la experiencia universitaria de los estudiantes, su evaluación de sus cursos, profesores, compañeros, servicios y otros aspectos como sus expectativas académicas y opinión general sobre su carrera y la universidad.	Se aplica a todos los estudiantes que inician sus trámites de titulación. La encuesta se responde a través de una página web del SEA.

Diseño del sistema
En esta fase se detalla cómo el sistema debe satisfacer los requerimientos de información tal y como fueron determinados durante la fase del análisis; esta etapa está técnicamente orientada a responder a la pregunta: ¿Cómo hacerlo? y consiste en: *Revisar de la propuesta de solución*, con relación a los procedimientos, controles o procesos propuestos; seguido del *Diseño preliminar*, en donde se expone la estructura y arquitectura del sistema, además del diseño de la base de datos del sistema y finalmente, el *Diseño Detallado*, en donde se tendrá que diseñar las formas, reportes y procedimientos a detalle del SI.

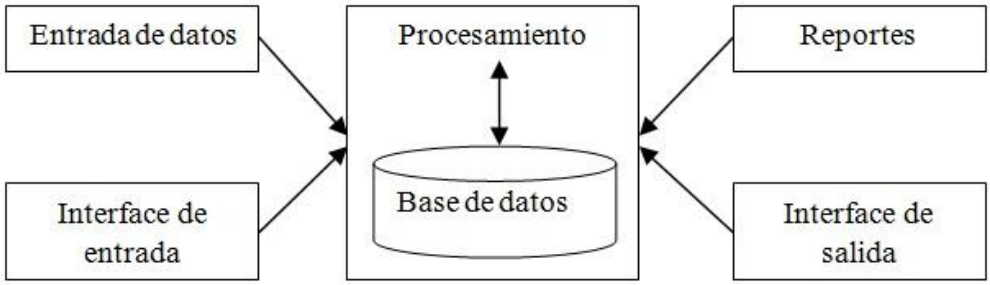


Figura 3. Diseño conceptual del SEA.

Desarrollo del sistema
Esta fase consiste básicamente en la generación del código fuente para desarrollar las interfaces de entrada y salida del SI, dividiéndola en tres fases: *a) La selección del software utilizado y la de construcción de los módulos*.

Con relación a la parte técnica, se seleccionó el lenguaje de programación PHP ya que es sencillo y flexible. Además posee características tales como que es un lenguaje de scripts, moderno, interpretado y orientado a objetos, multiplataforma y se integra a la perfección con las últimas tecnologías.

Otro factor de selección es que es el lenguaje de programación más utilizado actualmente en la institución para la programación de sus sistemas particulares, además en un futuro podría enlazarse con otros sistemas ya desarrollados.

Por otro lado, MySql fue utilizado como un sistema de administración de BD debido a su forma libre sencilla de utilizar y sin costo alguno.

Continuando con las fases antes descritas, la fase *b) Construcción de los módulos del SI*, se describe a continuación:

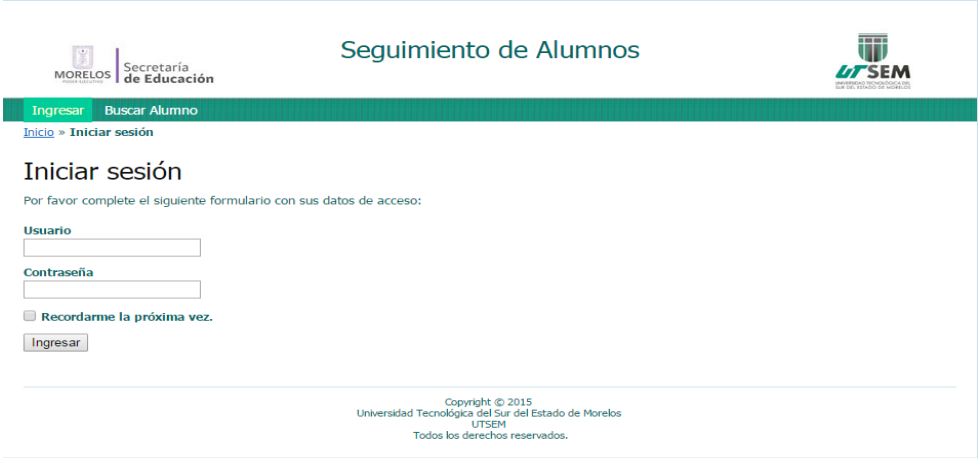


Figura 4. Pantalla de inicio del SEA.

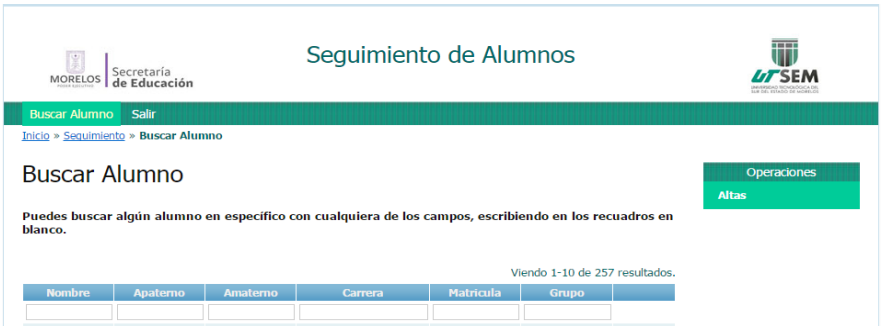


Figura 5. Pantalla de búsqueda de alumnos del SEA.

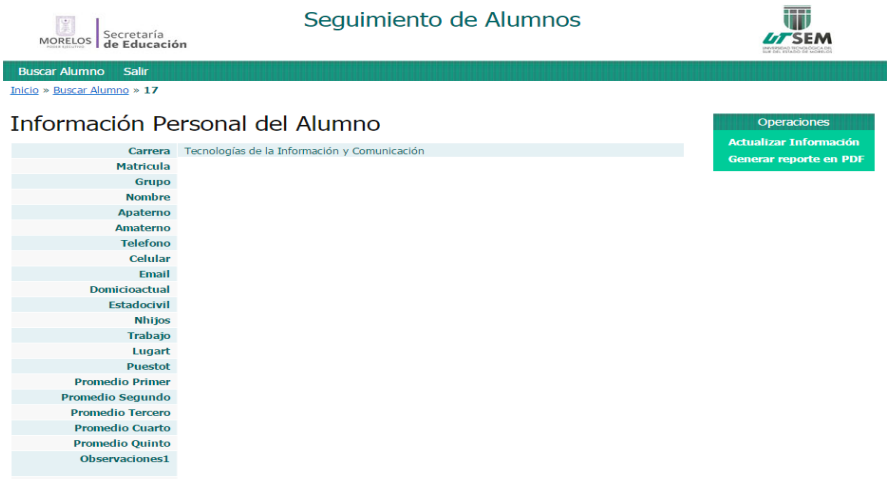
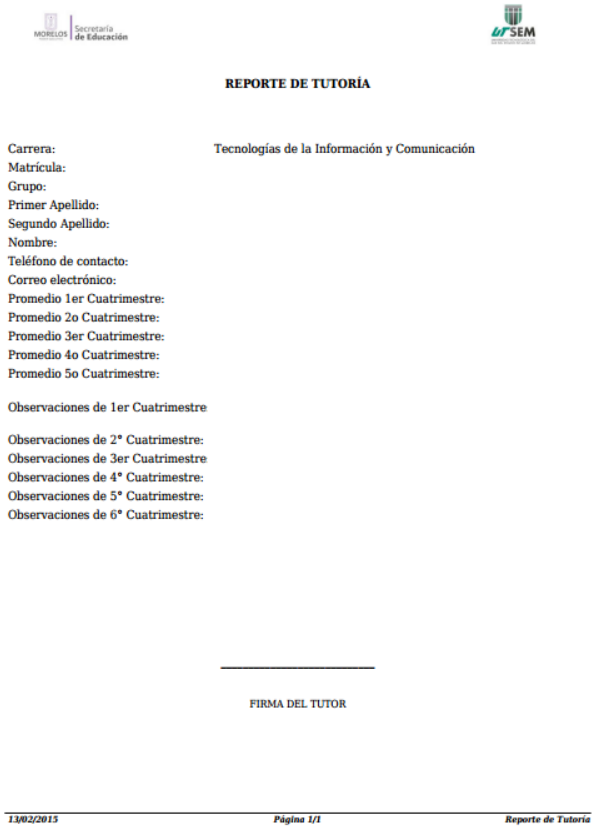


Figura 6. Pantalla de información personal de alumnos del SEA.



REPORTE DE TUTORÍA

Carrera: Tecnologías de la Información y Comunicación
Matrícula:
Grupo:
Primer Apellido:
Segundo Apellido:
Nombre:
Teléfono de contacto:
Correo electrónico:
Promedio 1er Cuatrimestre:
Promedio 2o Cuatrimestre:
Promedio 3er Cuatrimestre:
Promedio 4o Cuatrimestre:
Promedio 5o Cuatrimestre:

Observaciones de 1er Cuatrimestre

Observaciones de 2° Cuatrimestre:
Observaciones de 3er Cuatrimestre
Observaciones de 4° Cuatrimestre:
Observaciones de 5° Cuatrimestre:
Observaciones de 6° Cuatrimestre:

FIRMA DEL TUTOR

13/02/2015 Página 1/1 Reporte de Tutoría

Figura 7. Pantalla del reporte generado de alumnos del SEA.

Como parte final del desarrollo del sistema SEA, se encuentra la elaboración de *c) Procedimientos, manuales y pruebas del sistema*, en esta fase se desarrollan los manuales de usuario, el de diseño, en donde se definen los siguientes puntos: Manual de usuario, contiene la descripción detalladamente del uso y operación del sistema SEA, es decir, la forma en cómo debe ser operado el sistema por los profesores y personal de gestión. Además, se desarrolló el manual de diseño que detalla la forma de comunicación con la base de datos, y la forma en cómo el SEA procesa la información capturada. Finalmente, se desarrollaron los casos de prueba con sus respectivos resultados propuestos, que permitieran dar un mejor panorama de los resultado esperados del SEA.

Implementación del sistema

La implementación o instalación del sistema está relacionado con los aspectos de hardware y software y consiste en instalar el sistema en algún servidor disponible, dando inicio a la operación del mismo. A continuación se mencionan los requisitos mínimos necesarios de hardware y software para instalar el sistema en el servidor. Esta actividad está dividida en 3 subfases: *a) La preparación de la instalación*, la cual consiste en verificar que el servidor cuente con todos los requisitos de

operación de hardware; así como de software tales como: sistema operativo, navegador de Internet y manejador de bases de datos. La segunda subfase *b) La instalación*, en donde se llevó a cabo la instalación de la aplicación en el servidor, así como la base de datos a utilizar, cabe señalar que estos pasos están definidos en el manual de usuario del SEA. La última subfase *c) Capacitación* fue llevada a cabo a través de un curso para los usuarios finales del sistema.

Operación del sistema

La operación es la última fase de la metodología LGS y consiste en la puesta en marcha del sistema, es decir, hacer las pruebas de operación pertinentes y realizar los últimos cambios si son necesarios. Para este caso en particular se inició con el registro de datos reales por parte de los usuarios para hacer pruebas. Posteriormente, se realizó un reporte de hallazgos detectados en base a las pruebas obtenidas del sistema. Finalmente, se terminó con la actividad de generación de un reporte de resultados obtenidos. Por último, se plantearon ciertas consideraciones generales de seguimiento e identificación de nuevas necesidades y planes de mantenimiento; esta actividad se divide en las tres subfases siguientes: *a) Las pruebas de operación*, consisten en que tanto el programador del sistema como el usuario final, deben tener la certeza de todas las sentencias y funciones se hayan probado correctamente sin ningún tipo de error. Esta actividad se realizó durante el desarrollo de los módulos del sistema, en común acuerdo entre el programador con el analista-diseñador del sistema.

En la segunda subfase denominada *b) Los resultados* se encontró que el SEA cumple con las expectativas del usuario, que el sistema automatizaba los procesos operativos que se realizaban de forma manual, que el SEA permitía un mejor intercambio de información entre profesor, alumno y tutor, así como que la interfaz del SEA permitía un mejor manejo de la información con facilidad y rapidez, entre otras características más. Finalmente la subfase c) *El seguimiento e identificación de nuevas necesidades y planes de mantenimiento*, permitió identificar las necesidades de respaldos de la información de la bases de datos, así como de la actualización periódica de los registros mismos y de las necesidades de capacitación a nuevos usuarios del SEA.

Resultados

Los SI desarrollados a la medida pueden ser de gran utilidad para las IES siempre y cuando estén sincronizados con las actividades operativas y estratégicas del área en particular. Para este caso la metodología LGS integra y se apoya en diferentes áreas del conocimiento teórico y técnico de herramientas y técnicas de diagramación, así como en la parte sistémica y metodológica de los proyectos en general. La metodología LGS permitió alcanzar los siguientes logros:

- Rapidez y certeza en las actividades cotidianas sobre la actualización de información de los alumnos, así como del almacenamiento y control de su información recopilada a lo largo de todos los cuatrimestres.
- Ahorro económico de gastos en papel para la UTSEM, debido a la eliminación del uso de papel.

- Mejoramiento del proceso de toma de decisiones, haciéndolas más oportunas a través de la calidad de los contenidos de las BD en términos de concurrencia y accesibilidad.
- Identificar los grupos de estudiantes más vulnerables en la carrera.

Conclusiones

Se espera que el desarrollo del SEA permita agilizar y mejorar el control administrativo ya que ayudará a los usuarios, a tomar decisiones relacionadas a los datos almacenados, dada la facilidad de contar con la información de manera rápida y sencilla en tiempo real. El SEA podrá ser en un futuro implementado en el resto de las carreras de la UTSEM y utilizado por más de 50 profesores que ahí laboran. Finalmente, el SEA contribuirá a la creación de instancias formales, en donde la información generada por este sistema alerte y articule estrategias de intervención por parte de la coordinación de carrera para corregir resultados, tendencias o trayectorias problemáticas o indeseadas. Lo anterior requiere seguir progresando en la difusión del sistema dentro de la universidad, así como diseñar instancias de gestión que identifiquen los problemas, unidades afectadas, planes de acción y monitoreo de resultados esperados.

Referencias

1. Galindo, L. (2006). Una metodología para el desarrollo de sistemas de información basado en computadoras. 8º Congreso nacional de ingeniería electromecánica y de sistemas, IPN, México.
2. Kendall, E. y Kendall, J. (2005). Análisis y Diseño de Sistemas. (6st Ed.). México: Prentice-Hall.
3. Pressman, R. (2003). Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. (6st Ed.), Madrid, España: McGraw-Hill.
4. Senn, J. (2002). Análisis y Diseño de Sistemas de Información. (2st Ed.), España; McGraw-Hill.
5. Valenzuela, C. y Pérez, S. (2012). Diseño e implementación del sistema de seguimiento de estudiantes y titulados de la universidad diego portales.

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE REFACCIONES, DE UNA DISTRIBUIDORA DE AUTOS.

F. Juárez Herrera[1], S. Castrejón Pérez[2], V. A. Monreal Domínguez[3] y J. C. Rodríguez Mena[4]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala – francisco.juarez@itiguala.edu.mx; [2]Instituto Tecnológico de Iguala – sofia.castrejon@itiguala.edu.mx; [3]Instituto Tecnológico de Iguala – v_am_d@hotmail.com; [4]Instituto Tecnológico de Iguala - bushido335@gmail.com

***Área de participación**: Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.*

Resumen – En el presente documento, se da a conocer el resultado obtenido de la implementación de un sistema integral, realizado en una distribuidora de autos, ubicado en la ciudad de Iguala de la Independencia Guerrero, México. El esfuerzo se centró en el departamento de refacciones, debido que al momento de interactuar entre sí, existe mala comunicación y sincronización, esto trae como consecuencia una mala satisfacción del cliente interno como externo. El principal objetivo es la documentación del proceso como la estandarización de los tiempos, de esta manera el personal tendrá mejor noción de lo que se hace y en cuanto tiempo debe hacerse. La base fundamental es la hoja de operación estándar, ya que con ella se logró la documentación de los procesos así como la estandarización y eficientar las actividades de menor productividad. Mediante un mapeo de procesos se logró obtener una mejor comunicación entre el personal como también se designó que procesos le corresponde al personal según su puesto.

Introducción

Hoy en día las empresas están luchando por ser más eficientes y tener mayor participación en la industria, para lograr esto, las organizaciones necesitan un crecimiento constante, lo que les obliga a encaminar sus recursos financieros a diferentes áreas.

El presente proyecto se llevó a cabo con la finalidad de ofrecer atención oportuna al cliente en tiempo y forma, asegurándose que los servicios se efectúen a través del personal calificado.

El propósito central fue realizar una propuesta para implementar en un futuro un sistema integral de calidad en el departamento de refacciones, que permita a los propietarios de la empresa, definir una estructura organizativa en cuanto a procesos, responsabilidad, procedimiento y los métodos necesarios para detectar la falta de comunicación y demora de tiempo en la interacción de las áreas enlazadas, mejorar la eficiencia y reducir los costos.

El proyecto tuvo distintas etapas que se determinaron en el área de refacciones y delimitaron los alcances de la investigación. Una de ellas es la etapa de inducción y presentación de la empresa de Automóviles de Iguala en donde se dio a conocer la situación actual de la empresa. Aquí se determinará si existe una identificación clara de sus procesos, procedimientos de operación e indicadores para medir el desempeño de sus procesos.

El resultado final del proyecto es una metodología documental adecuada y un sistema integral de calidad implementado que nos permitió concebir y formalizar los medios y los métodos necesarios para el logro de la calidad en esta organización así como su seguimiento y establecimiento permanente.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

HOE (Hoja de Operación Estándar)

Una hoja de operación estándar, es el método de trabajo por el cual se elimina la variación, el desperdicio y el desequilibrio, realizando las operaciones con mayor facilidad, rapidez y con menor costo teniendo siempre como prioridad la seguridad, asegurando la plena satisfacción de los clientes; hacer siempre lo mismo de la misma manera (González, 2007)

En la figura 1, se muestra el formato de la hoja de operación estándar que fue utilizado para la documentación de los procesos y su estandarización de tiempos, del cual se obtuvo la documentación de los siguientes procesos:

- Toma física del inventario
- Venta por mayoreo
- Venta por mostrador
- Recepción de material
- Análisis de ítems mandatorios
- Toma de pedido a planta
- Armado de kits

Una vez establecidos los procesos de mayor importancia dentro del área de refacciones, se dio a la tarea de conocer dichos procesos para así entender el funcionamiento y estar familiarizados al momento de documentar y poder hacer mejoras en las actividades que componen el proceso.

El formato para el comienzo de la documentación de los procesos, fue modificado para un mejor entendimiento y adaptación según el proceso.

El empleo y rediseño del formato de hoja de operación estándar es parte medular, para el registro de los procesos mencionados anteriormente. Esta información es utilizada para la sincronización de comunicación entre el personal que está involucrado dentro del departamento de refacciones.

El contenido en el formato utilizado se muestra en la figura 1, y este contiene los siguientes elementos:

Nombre de la operación: Se escribe el nombre del proceso a documentar.

Equipo de seguridad: Se escribe el equipo con el cual se ocupa para la protección del personal.

Modelo: Se escribe el modelo de carro para el que se puede utilizar la HOE.

Tiempo de aprendizaje: Escribir la cantidad de veces requerida para el aprendizaje de la operación.

No. de revisión: Escribir el número de revisiones que se requirieron para la terminación de la documentación del proceso.

Fecha: Escribir fecha en que fue culminada la documentación del proceso.

Aprobó: Escribir nombre del encargado que acredito la HOE.

Confirmado por: Escribir nombre de las personas quienes revisaron la HOE y quien elaboró la documentación.

No.: Escribir el número de la actividad.

Pasos principales: Escribir nombre de la actividad.

Mín.: Anotar el tiempo estandarizado de la actividad (tiempos mínimos y máximos que pueden tardar las actividades).

Punto crítico: Anotar los pasos a seguir para realizar una actividad (Pasos principales)

Responsable: Anotar la(s) persona(s) que realizarán la actividad.

Ilustración: Si es necesario una ilustración para ayudar a la comprensión de alguna actividad se deberá insertar una ilustración.

Tiempo total: Anotar el tiempo máximo total y mínimo.

Una vez obtenido el formato de HOE se realizaron los procesos a documentar, como tomar apuntes de las actividades en práctica de campo así también las tomas de tiempo, en este caso se obtuvieron varias tomas para la estandarización de los mismos y con ayuda de ilustraciones para una mejor compresión de lo que se hace.

Cabe mencionar que para realizar las hojas de operación estándar se requirió de capacitación y ayuda del personal para la realización teórica y práctica.

HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR				
Nombre de la Operación		No. De Revisión		
Equipo de Seguridad		Fecha		
		Aprobo:		
Herramientas		Confirmado Por	Gerencia de Refac. (Revisó)	
Repuestos			ADPC (Revisó)	
Tiempo de Aprendizaje			Fzas Basicas (Elaboró)	

No.	PASOS PRINCIPALES		Tiempo minutos		PUNTO CRITICO	Responsable	ILUSTRACION
			Minino	Máximo			
TIEMPO TOTAL:							

Figura 1. Formato HOE (Hoja de Operación Estándar).

Resultados y Discusión

Implementación del mapeo de procesos

El mapeo de un proceso es una representación gráfica de un proceso en la que se ilustran en forma detallada todos los pasos del proceso, tanto los que agregan valor como los que no; también se identifican las variables claves del proceso, tanto de entrada como de salida (Gutiérrez y De la vara, 2009). El propósito de un mapeo de procesos es identificar los sistemas de medición que requieren ser analizados, establecer las variables críticas para la calidad que es necesario estudiar su capacidad, identificar oportunidades para simplificar el proceso, ya sea eliminando pasos o identificando cuellos de botella.

Para la elaboración del mapeo de procesos se requirió la identificación del personal involucrado y las funciones que le corresponde a cada uno, una vez obtenido este dato se tomó en cuenta a los siguientes integrantes dentro del mapeo de procesos:

- Gerente de refacciones
- Jefe de almacén
- Auxiliar de almacén
- Vendedor de mostrador
- Vendedor de mayoreo
- Vendedor de accesorios

Es de suma importancia mencionar que el mapeo de procesos fue elaborado por la situación actual en que se encuentra establecido el proceso y se busca documentarlo para corregir errores y pueda funcionar de una mejor manera en el futuro.

Dentro de los errores presentados, son la de falta de comunicación y sincronización entre el personal para la atención al cliente.

De los datos obtenidos de la hoja de operación estándar y el personal identificado, se dio a la tarea de la realización de un mapeo funcional cruzado, ya que este describe quienes son los integrantes dentro del área y cuál es la tarea y funciones de cada integrante así como la conexión con el demás personal a fin de llegar a un común destino que es la satisfacción del cliente.

En la figura 2, puede visualizarse el mapeo, que es el resultado de plasmar las diferentes áreas del departamento de refacciones, y la forma en que estas se interrelacionan con sus diferentes actividades. Al quedar definidas estas actividades y las áreas que le corresponden realizarlas, se evita la duplicidad y omisión de la actividad, dando como resultado interno, que los proveedores y clientes internos puedan cumplir con su responsabilidad. Esto conlleva como resultado final, la satisfacción completa del cliente final.

Con este mapeo permite tener una visualización de que actividades realiza el personal y tener una mejor sincronización al momento de dar un servicio. Con este mapeo logramos evitar que el personal se tome atribuciones ajenas a su cargo.

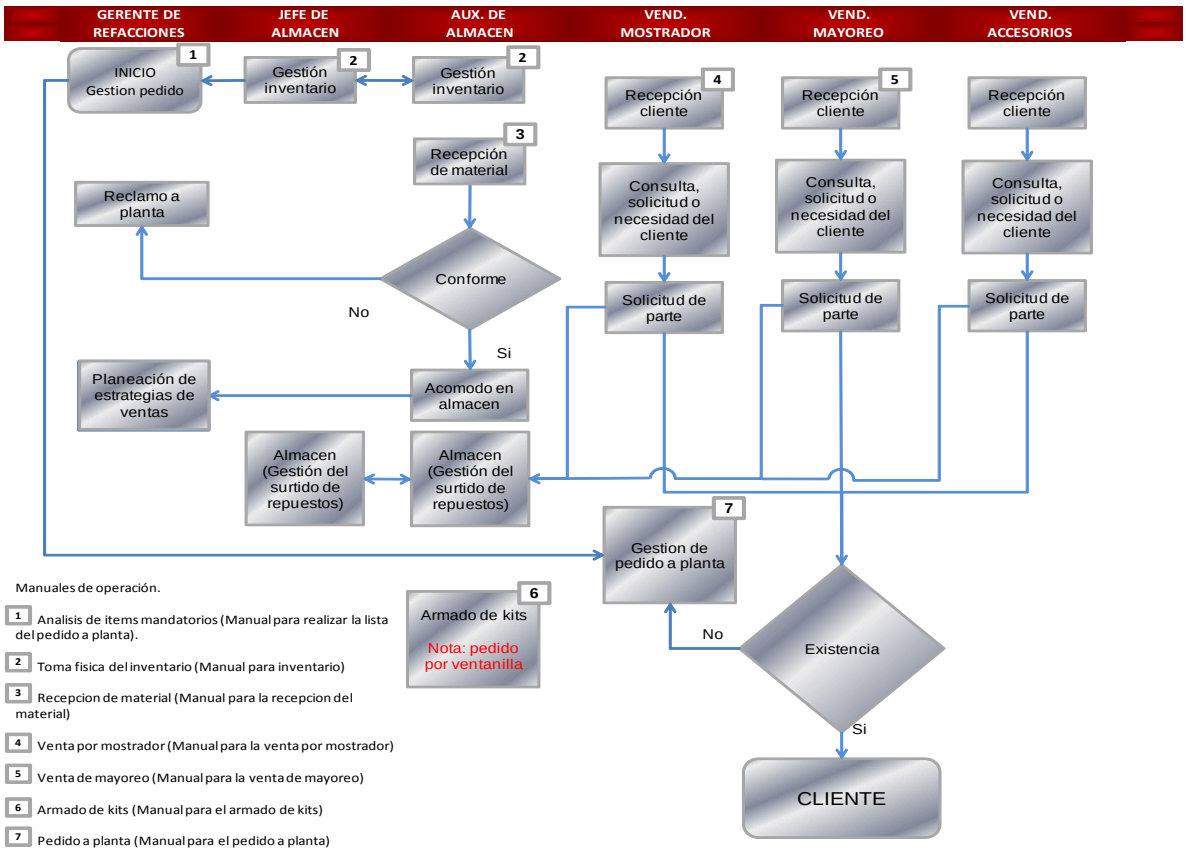


Figura 2. Mapeo de procesos implementado en el área de refacciones.

Conclusiones

La implementación de un mapeo de procesos en el almacén de refacciones es un método de calidad que ayuda a la mejora continua, y no solo en la distribuidora de autos sino también en todo tipo de empresas. Con este método logramos eliminar las actividades o pasos que no dan un valor a la agencia y que es entendible para el personal en el área, dándole importancia también a que será más fácil la capacitación del personal futuro.

Un factor importante es la implementación de HOE, ya que todo el proyecto gira en torno de ellas, hablando generalmente de que con ellas se logró eficientar los procesos y poder realizar el diagrama de flujo y así sincronizar las actividades con la toma de tiempos. Así como también se hace con la finalidad de que el personal sea responsable de la actualización de ciertas HOE y diagrama de flujo.

Agradecimientos

Es de suma importancia dar agradecimiento a la distribuidora de autos por brindar el apoyo con la realización del proyecto y conocimientos prácticos obtenidos.

Referencias

1. González Correa, Francisco. 2007. http://www. researchgate.net/. [En línea] 2007. [Citado el: 05 de Diciembre de 2014.] http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FFrancisco_Gonzalez_Correa%2Fpublication%2F46531895_Manufactura_Esbelta_%2528Lean_Manufacturing%2529._Principales_Herramientas%2Flinks%2F00b7d537e3285df259000000.pdf&ei=bwfHVNTmEZOryASviYHYDQ&usg=AFQjCNFLO6BbOPj0clRRvXwafTVzH8v3zw&bvm=bv.84349003,d.aWw
2. Gutiérrez Pulido, Humberto y De la vara Salazar, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. 2a Ed. México: McGraw Hill, 2009.

IMPLEMENTACIÓN DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA. CASO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Miguel R. del Pilar Degante[1], Eugenio C. Velázquez Santana[1], Dafna Figueroa Ávila[2]
[1]División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica No.1, Emiliano Zapata, Morelos -miguelrosemberg@utez.edu.mx, [1]cesarvelazquez@utez.edu.mx.
[2]División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos. Carretera Puente de Ixtla - Mazatepec Km 2.35, Puente de Ixtla, Morelos. dafnafigueroa@utsem-morelos.edu.mx.

Área de participación: mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.

Resumen - La administración es importante en la actualidad dado que permite identificar de manera clara los objetivos a alcanzar a corto, mediano o largo plazo; además de que permite prever situaciones de riesgo o fijar metas que orienten el rumbo de la organización. Sin duda alguna, una adecuada administración permite lograr la calidad, y para el presente estudio, la calidad en las Instituciones de Educación Superior (IES). Para incrementar la calidad en las IES de México, existen distintas herramientas que pueden coadyuvar a su realización, una de estas herramientas es el Cuadro de Mando Integral (CMI), el cual permite medir las actividades de una organización en términos de su visión y estrategia; además de que permite un monitoreo oportuno del nivel de desempeño alcanzado, al mismo tiempo aplica medidas pertinentes en la toma de decisiones. En este trabajo se propone implementar un sistema informático de mando integral, que permita realizar un diagnóstico situacional de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.

Introducción

Las características de la educación en nuestro país y su contextualización a nivel internacional lo colocan en la necesidad de adoptar mecanismos más eficientes y de calidad, particularmente los indicadores internacionales sitúan a nuestro país en un bajo nivel académico y justifican la necesidad de diseñar esquemas de planeación que puedan llevarse a cabo para mejorar la educación en el país, mediante la propuesta de alternativas de solución orientadas a la mejora continua de las instituciones.

Como parte del diseño de una herramienta que permita apuntalar la educación de nuestro país y particularmente la educación de calidad, se hace la propuesta de un sistema de software basado en el modelo de *Cuadro de Mando Integral,* el cual permitirá dar seguimiento a los objetivos y metas de la organización, facilitando la toma de decisiones (Amo, 2010).
Este modelo se aplicó en primera instancia a la División de Tecnologías de la Información y Comunicación (DATIC) de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.

Fundamento Teórico

La planeación como tal, fija el curso de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, tiempos y objetivos entre otros. La planeación estratégica es la planeación a largo plazo (de 3 a 5 años) y dado que la

complejidad e incertidumbre de las organizaciones ha crecido, surge la necesidad de planear de manera dinámica y sistemática (IPN, 2003). Actualmente para lograr una planeación estratégica adecuada que busque mejorar la educación, se deben elaborar e implementar mecanismos que permitan alentar y medir el progreso alcanzado. Dentro de las instituciones educativas (sobre todo de nivel superior) no es la excepción, de tal manera que éstas se mantienen en una constante búsqueda de "medidas" que les permitan mantener monitoreado el presente, pero sobretodo les permita administrar y actuar ante el futuro (Dávila, 2009).

La manera de realizar estas mediciones es mediante el uso de indicadores fácilmente identificables como otros que dada su condición intrínseca o cualitativa no son fácilmente identificables, por lo que se busca comprobar su correcta delimitación y medición en términos cuantitativos. El CMI, es una "herramienta para la dirección de empresas de forma *proactiva* en el corto y el largo plazo (Dávila, 2009)"; este modelo propone la medición tanto de indicadores financieros como de indicadores no financieros.

El proceso de Administración descrito por los clásicos de la administración habla acerca de la administración como un proceso inherente a toda organización. Amo (2010), menciona que el CMI es un modelo de control orientado a estos aspectos y aplicable a todos los niveles de la organización con preferencia en la alta dirección. Aunque es una herramienta que surge en los inicios de 1990 se apoya en dos herramientas desarrolladas previamente (Dávila, 2009):

1. La primera tiene su origen en los años 70's sobre todo en Francia, llamada "*Tableau de Bord*" o "*Tablero de Mando*", la cual incorporaba en un documento, diferentes radios que servían para el control financiero de la empresa.

2. Por otro lado el Balanced ScoreCard (BSC), que se deriva del modelo de "*Administración Total de Calidad (PDCA*)" propuesto por Deming (1994), puesto que es un proceso cíclico continuo donde las actividades de planeación, acción, verificación y corrección deben ser hechas permanentemente al igual que el BSC, en donde las métricas de control se fundamentan en las estrategias planeadas y los objetivos y tácticas de acción se orientan en función de los indicadores monitoreados.

Resultados

Al realizar el estudio del vínculo entre la educación y la administración y los procesos tocantes que existen, resulta adecuado generar alternativas que ayuden y potencien su seguimiento de tal manera que a partir de la información resultante, se plantea la posibilidad de desarrollar una herramienta de software que automatice y simplifique el control de los datos, mediante la definición de las estrategias objetivos e indicadores utilizando un sistema de información en el cual se pueda ingresar de manera oportuna la información y al mismo tiempo esa información se muestre de manera organizada, consistente y actualizada. Para lo

cual se plantea a continuación el diseño de un sistema de software para la UTEZ basado en el Cuadro de Mando Integral.
Para crear las líneas estratégicas y demás elementos que formarán el CMI de la UTEZ y particularmente de la DATIC, área donde se aplicará en primera instancia el modelo, resulta importante identificar que en cada perspectiva del tablero se supervisarán 4 aspectos (Guzmán, 2008):

- Objetivos. Los fines a alcanzar para dar cumplimiento a la misión de la organización.
- Medidas. Manera en que se evaluará el éxito o logro.
- Metas. Valores específicos a cumplir para el logro de los objetivos.
- Iniciativas. Son los proyectos o programas que se iniciarán para lograr las metas.

El modelo CMI para la UTEZ, descompondrá a la organización en tres niveles:

- Nivel Estratégico
- Nivel Organizacional
- Nivel de Recursos

***En el Nivel Estratégico**,* se hace un análisis de la Misión y Visión para orientarlas hacia un sistema de acciones para administrar (estrategias), después se determina y concretan los procesos, procedimientos, funciones y estructuras para dar cumplimiento a los objetivos. ***En el Nivel Organizacional**,* estas estrategias deben hacerse operativas, a través del establecimiento de objetivos estratégicos que serán traducidos a metas e indicadores. ***En el Nivel de Recursos**,* se hace referencia a los recursos humanos, económicos y de conocimiento darán cumplimiento a los planes y programas operativos, los cuales deberán cumplirse en el corto, mediano y largo plazo. Con base en conclusiones hechas de acuerdo a las entrevistas realizadas y la información recolectada, se pueden identificar 3 líneas estratégicas trazadas por el área educativa de estudio que son:

1. Aplicar eficientemente el proceso de Gestión de Recursos y Educación Continua.

2. Aplicar eficientemente el proceso de Servicios Tecnológicos para mantener la funcionalidad de la UTEZ.

3. Mantener permanentemente el buen funcionamiento del SAC (Sistema de Administración de la Calidad), de la UTEZ con una visión de mejora continua de todos los procesos.

A partir de las líneas estratégicas es necesario crear un Mapa de enlace donde sea plasmado mediante el uso de un esquema (Figura 1), cada uno de los objetivos a cumplir y su interrelación entre ellos a partir de las perspectivas del CMI.

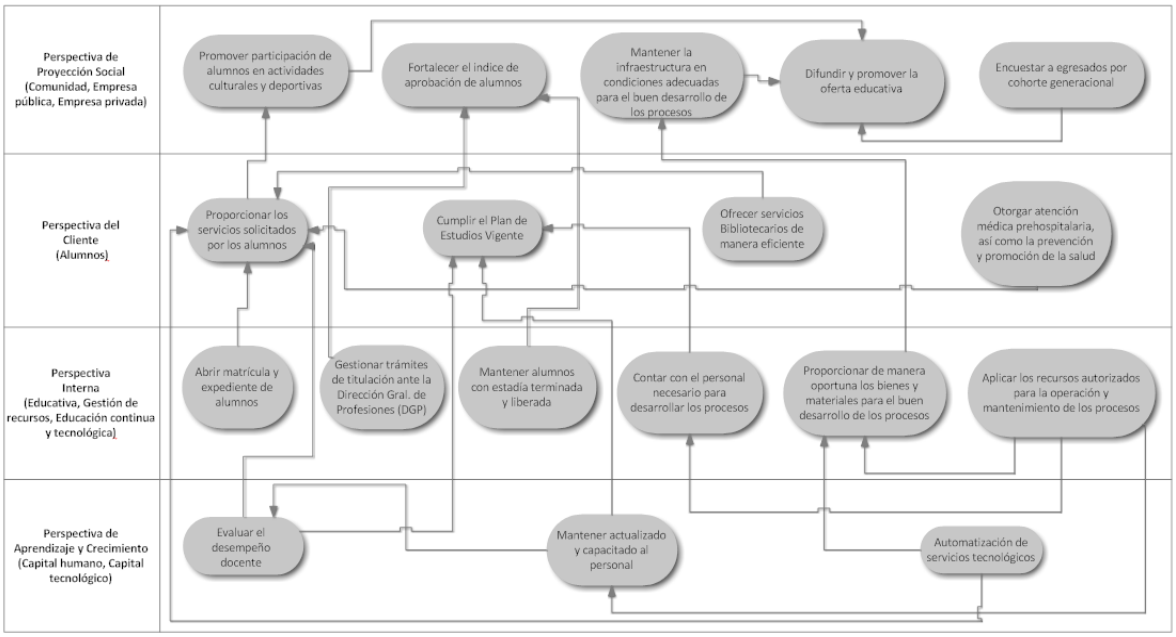


Figura 1. Mapa de enlaces de los objetivos estratégicos de la UTEZ.

Caso de Estudio - Universidad Tecnológica Emiliano Zapata (UTEZ)

Para el presente estudio, se consideraron las perspectivas con distintos enfoques de la organización para mantener un balance integral que permita su viabilidad en el futuro, atendiendo no únicamente a los efectos sino siendo un ente proactivo. Al hacer operativo el plan estratégico y concretarlo en objetivos se pueden determinar unidades de medición y los planes de acción a seguir, que en el caso de la UTEZ los indicadores son medidos por medio de los procedimientos en el apartado de calidad del Sistema de Calidad.

La unidad de estudio: La DATIC mantiene mecanismos de control a los que da seguimiento mediante una serie de indicadores a través del Sistema de Administración de la Calidad (SAC), el cual se basa en la Norma ISO 9001:2008 y proporciona servicios de calidad al cliente (alumno); además de cumplir objetivos e indicadores a nivel de Universidad y a su vez, cruzarlos con objetivos federales y estatales.

La Misión y Visión es desarrollada en el PIDE (Plan Integral de Desarrollo) y los directores de área son los responsables de “aterrizar” dicha visión a su respectivo departamento de acuerdo a su criterio pero en función de los objetivos de la rectoría y de las Universidades Tecnológicas. A partir del Plan Integral de Desarrollo se desprende el Programa Operativo Anual (POA) en el cual se hacen operativos y monitorean los objetivos estratégicos plasmados en el Manual de Administración de la Calidad (MAC).

La UTEZ a través de la gerencia realiza un seguimiento de sus indicadores de forma anual donde se analiza el cumplimiento de las metas y de los objetivos alcanzados. El cuestionamiento a lo expuesto es que el tiempo requerido para tales actividades es excesivo y además la disponibilidad de los datos y la mejor toma de decisiones pudiera verse comprometida por la incapacidad de anticiparse respecto del análisis e interpretación de los datos de manera oportuna y la correcta toma de decisiones.

El modelo propuesto para la UTEZ es que al no considerar el aspecto financiero como un fin en sí mismo, considera la parte financiera como parte de la perspectiva interna y además incorpora la existencia de una nueva perspectiva llamada Perspectiva de proyección social por ser una de las razones de existencia de la institución educativa. Por lo cual queda definido que el modelo propuesto contendrá cuatro perspectivas:

1. Formación y crecimiento
2. Procesos
3. Clientes
4. Proyección social

Interfaz gráfica de implementación del CMI en la UTEZ

Para la propuesta de implementación de este sistema se tomó como referencia las entrevistas hechas a directivos y responsable del SAC así como de los procedimientos y planes operativos disponibles de la UTEZ.

La figura 2, muestra mediante el uso de pantallas el diseño del sistema que incluye la organización de los componentes que integrarían el Cuadro de Mando Integral a nivel departamento permitiendo una gestión adecuada de la información. La siguiente figura muestra la entrada al sistema que sería mediante un nombre de usuario y contraseña.

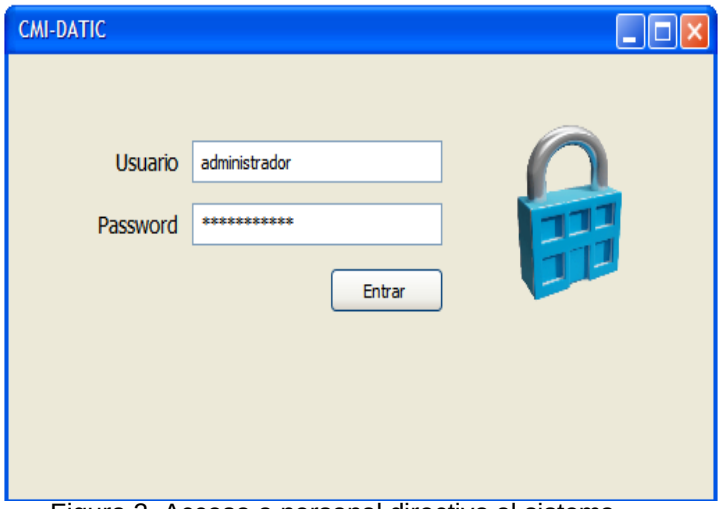


Figura 2. Acceso a personal directivo al sistema.

La siguiente pantalla muestra el menú principal del sistema donde se podrá administrar a los usuarios, objetivos, indicadores, etc.

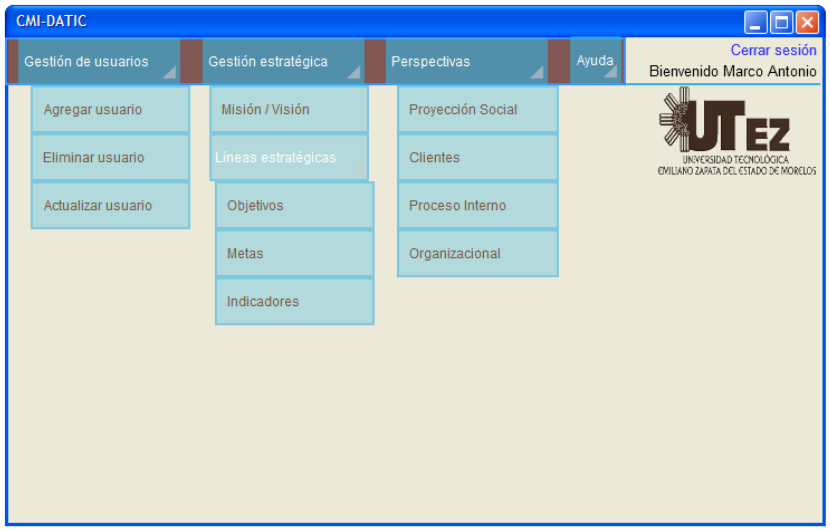


Figura 3. Área de administración del sistema.

El usuario puede consultar la misión y visión que dan origen a los objetivos e indicadores que deben monitorearse para verificar que éstos sean consistentes.

Figura 43. Misión y Visión de la Universidad Tecnológica.

A partir de la misión y de la visión de la institución se deberán formular las estrategias de acuerdo a las 4 perspectivas del CMI, también se indicará el número de objetivos que integrarán cada estrategia.

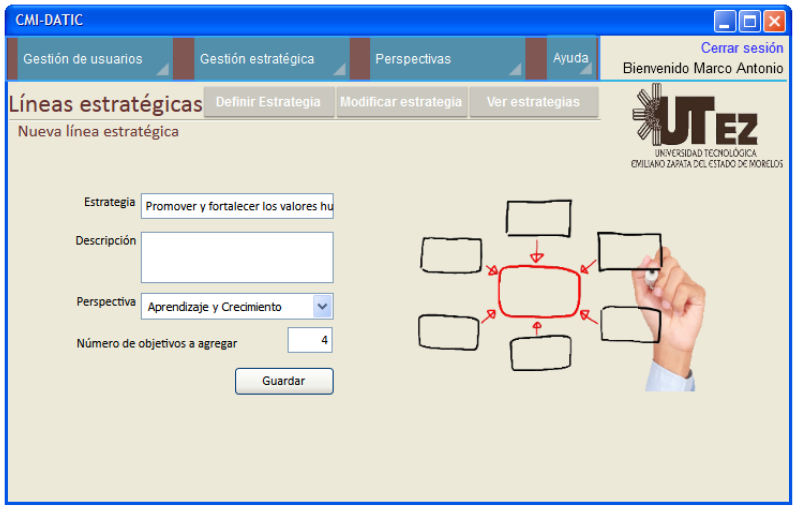


Figura 5. Líneas estratégicas de la organización.

Una vez definidas las líneas estratégicas se pueden agregar los objetivos que deberán seguirse, así como el número de metas e indicadores que darán forma a cada objetivo.

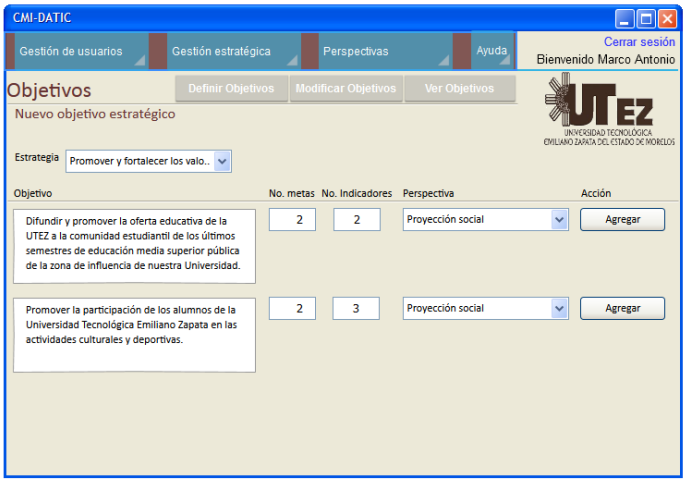


Figura 6. Definir objetivos estratégicos de la organización.

Una vez definidos los objetivos es necesario indicar las metas que deberán alcanzarse, haciendo mención del periodo en que habrán de cumplirse, el estado en que se encuentran (utilizando un semáforo con indicadores en Verde, Amarillo y Rojo), el porcentaje de la tarea cumplida y la posibilidad de visualizar una gráfica con el comportamiento de cada meta. Además es posible asociar a la persona responsable de cada meta y la posibilidad de contactarla vía correo electrónico para dar un seguimiento efectivo respecto del cumplimiento o no de las metas, para realizar los ajustes necesarios.

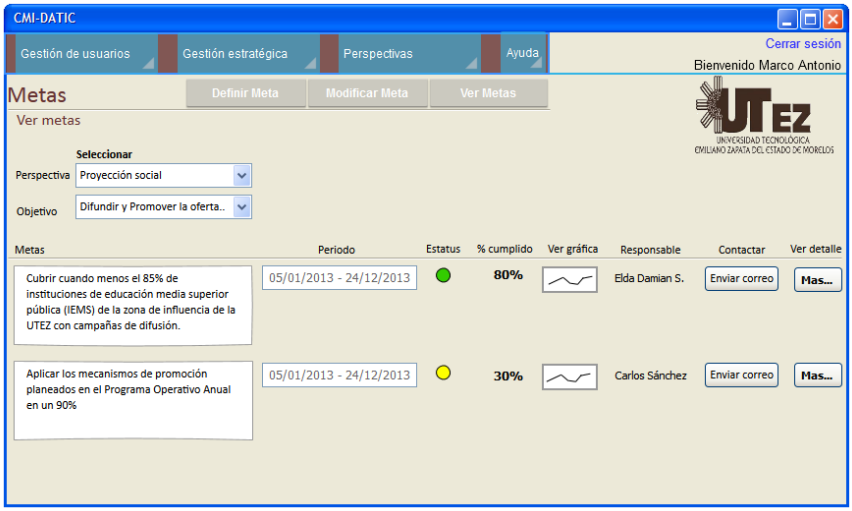


Figura 7. Consulta y Detalle de las metas fijadas en función de los objetivos.

Para el cumplimiento de las metas se establecen los indicadores de cada meta (descritos previamente), estos indicadores pueden ser organizados en función de su respectiva meta o bien en función de la perspectiva a la que pertenecen de acuerdo al CMI propuesto. Cada indicador incluye el nombre de la persona responsable de su cumplimiento y los programas o tareas que conforman dicho indicador.

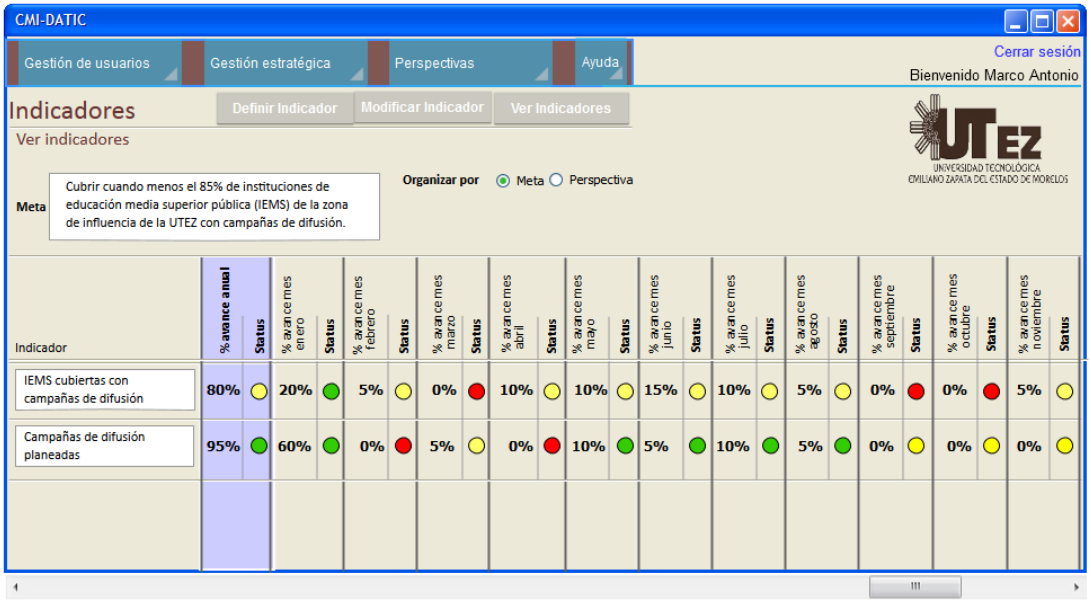


Figura 8. Consulta y Detalle de los Indicadores fijados en función de las metas.

Conclusiones

Con la implementación de esta herramienta integral de gestión, se podrá llevar el control de manera automática, además de ser útil para los directivos dado que facilita la consulta de la información y vincula las diferentes actividades de la institución, permitiendo dar la retroalimentación pertinente y de manera oportuna dada la brevedad con que se podría actualizar la información.

Se espera que este modelo pueda instrumentarse en todas las Divisiones Académicas de la UTEZ y ser un modelo que en el futuro pueda ser replicado a otras instituciones educativas que sean capaces de adoptar un esquema orientado al seguimiento de indicadores y el cumplimiento de metas; donde la dirección pueda comprometerse a vincular la información de sus áreas mediante el cruce de la información y sobre todo un cambio en la mentalidad de trabajo y el compromiso de quienes día a día hacen posible el funcionamiento de la organización.

Agradecimientos

Agradecemos a la coordinadora del Sistema de Calidad de DATIC, Mtra. Elda Fabiola Damián Solís por la información suministrada y al Mtro. Marco Antonio Amado González por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

Referencias

6. Amo, F. B. El cuadro de mando integral. Ed. ESIC. Madrid, España. 2010. 1-50.
7. Dávila, A. El cuadro de mando integral. Revista de antiguos alumnos. 2009. 34. 35-45.
8. Deming, W. E. Calidad, productividad y competitividad. Ed. Delta Publicaciones. Madrid, España. 1994. 1-55.
9. Guzmán, G. J. Diseño de un Modelo de Balanced Score Card para el área de Recursos Humanos de la empresa TAME. Ed. DAT. Ecuador. 2008. 1-5.
10. IPN. (s.f.) Obtenido de: http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/Planeacion_Estrategica_ultima_actualizacion/polilibro/Unidad%20I/Tema1_1.htm

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SEMÁFORO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD.

F. Juárez Herrera[1], S. Castrejón Pérez[2], V. A. Monreal Domínguez[3] e I. López Escobar[4].

[1]Instituto Tecnológico de Iguala – francisco.juarez@itiguala.edu.mx; [2]Instituto Tecnológico de Iguala – sofia.castrejon@itiguala.edu.mx; [3]Instituto Tecnológico de Iguala – v_am_d@hotmail.com; [4]Instituto Tecnológico de Iguala - isabass_yoc@hotmail.com

***Área de participación**: Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.*

Resumen – En este documento, se presentan los resultados del trabajo que se realizó en una empresa maquiladora de ropa, ubicada en Iguala de la Independencia, Guerrero, México. Los esfuerzos del trabajo están dirigidos a los problemas que se presentan en la línea de producción del saco. El objetivo fue la de implementar el sistema de semáforos de calidad, acompañada de los planes de muestreo MIL-STD-105E, y la aplicación de la metodología de las siete herramientas básicas, para implementar soluciones, que permitan disminuir las causas que originan los defectos en la producción del saco. Primeramente se identificaron los métodos de trabajo y criterios de calidad, así como a los trabajadores en la segunda sección de la línea de saco. Con ayuda del plan de muestreo MIL-STD-105E, se identifica el tamaño de la muestra. Posteriormente, con un formato de verificación se registra el número de defectos generados diariamente en lapsos de dos horas. Con esta información, se crea el sistema semáforo que nos indica los niveles de calidad en cada estación de trabajo. Los problemas de calidad, fueron evaluados con el diagrama de Pareto, y las causas, fueron identificadas con el método de las 6M´s. Los factores vitales identificados que producen la mala calidad en la sección dos de la línea de producción del saco, fueron; costura chueca y ancho de costura, producidos por dos personas. Con la implementación del sistema semáforo, y con la metodología utilizada, es posible monitorear la calidad de la producción del saco en la sección dos.

Introducción

En la actualidad toda empresa debe estar enfocada en su competitividad y satisfacción del cliente, esto se logra exclusivamente elaborando y ofreciendo productos y servicios de calidad.

La empresa maquinadora de ropa ubicada en Iguala de la Independencia, no escapa a los problemas de calidad dentro de sus líneas de producción. Existen causas que impiden que se logre un buen nivel de calidad aceptable, estas están relacionados con la materia prima, mano de obra, maquinaria, métodos, medidas y el medio ambiente.

Este proyecto se realizó con la finalidad de implementar un sistema semáforo, que identifique los niveles de calidad en las líneas de producción, analizando operarios y procesos con la finalidad de elevar su nivel y aplicar mejoras continuas para la calidad.

Para la implementación del sistema semáforo, se requirió la realización de auditorías de calidad en el proceso de producción, se realizaron auditorias en todas las secciones de la línea de producción de saco.

Al realizar auditorías de calidad en el proceso, fue necesario conocer los dos siguientes aspectos:

1.- El nombre de cada operación y la de los operarios, ubicados en la sección de la línea de producción.

2.- Los métodos y criterios de calidad de las operaciones que serán auditadas.

Los resultados durante la aplicación del sistema y al final fueron sobresalientes, hubo una mejora en la calidad del producto, se identificaron los errores que causaban mayor variabilidad y se trabajó aplicando herramientas de la calidad (Gutiérrez, 2009), y de esta forma disminuir los defectos, los reprocesos y por consiguiente aumentar el nivel de calidad del producto en proceso y producto terminado.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Identificación de las operaciones, criterios de calidad y trabajadores en la segunda sección de línea de saco.

En la línea de producción de saco, en la sección 2, se documentó 21 operaciones con sus métodos de trabajo y sus criterios de calidad. En la misma sección, se contabilizó a 23 trabajadores, y las operaciones que pueden realizar. La lista de las operaciones y el personal que está asignada en la sección 2, es requerida en los formatos de la auditoría y del sistema semáforo, ver tabla 1 y 2.

Determinación del tamaño de la muestra.

La determinación del tamaño de muestra, fue identificada, haciendo uso de tablas MIL-STD-105E. Donde los lotes vienen en “bultos”, y el tamaño de estos comprende de 35 prendas cada uno. Se aplicó un nivel de inspección estándar (nivel II), y un muestreo simple, inspección normal, dando como resultado el tamaño de la muestra, que es de 8 piezas.

Auditorías de Calidad.

Las auditorías internas pueden determinar las causas de las inconformidades observadas, a través del análisis de patrones y el establecimiento de conexiones (Arter, 2003). Se hizo uso de un formato estándar para el registro de las auditorías, que se realizaron en tomas bihorarias (cada 2 horas), durante un lapso de tres meses.

La tabla de auditoría de calidad en proceso, es un formato estándar que se utilizó a lo largo del periodo de realización del sistema de identificación de niveles de calidad, los datos elementales que contempla, son:

- ✓ Nombre del operario.
- ✓ Nombre de la operación que realiza.
- ✓ Tamaño del lote.
- ✓ Tamaño de muestras.
- ✓ Defectos encontrados.
- ✓ Clasificación de los defectos.
- ✓ Observaciones.
- ✓ Horario en que se realizó la auditoria.

El nombre del operario, como el nombre de la operación que se realiza, es de suma importancia, debido a que la auditoría se enfoca en identificar el nivel de calidad del producto en el proceso, cuando es encontrado un defecto se tiene que encontrar el principal problema y desaparecerlo; esto se logra haciendo uso de las 6 M's, y es ahí donde toma importancia el registro de estos principales rubros. El método de construcción de las 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales; método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente (Gutiérrez, 2010).

El tamaño de lote y el tamaño de muestras se registran desde la inmisión de las prendas. La tabla MIL-STD-105E, muestra números de aceptación y números de rechazo para los lotes examinados, por lo tanto con el registro de lote y tamaño podemos tomar decisiones acertadas en beneficio de la producción.

Los formatos utilizados para realizar las auditorias de calidad (ver tabla 1), contiene la información suficiente, que permite identificar a la operación y al trabajador responsable de esta operación e incluye el tamaño del lote. Durante la jornada del día, en periodos de dos horas se toma una muestra de siete piezas (se optó por esta cantidad) y se registra el número de piezas defectuosas, con su respectiva descripción del defecto. La clasificación del defecto, se registra en menor, mayor o crítico, acorde a la descripción de este.

La segunda sección de la línea de saco, es donde se exige que las operaciones sean de la mayor calidad posible. Ya que es ahí donde se une el casimir con el forro, donde se pegan las mangas del saco, se baja el cuello y se cosen los filos

del saco entre más operaciones que son muy visibles. Esta es la razón por la que las auditorias de calidad en proceso son diarias.

Tabla 1. Auditoría de calidad bihoraria.

AUDITORIA DE CALIDAD EN PROCESO

SACO

SECCION: SEGUNDA FECHA: *MARTES 11 DE NOVIEMBRE DE 2014*

SUPERVISOR DE PRODUCCION: ING. ISABEL GALEANA SANCHEZ AUDITOR DE CALIDAD: ISAÍ LÓPEZ ESCOBAR TOLERANCIAS: ±1 mm

OPERACIÓN	OPERARIO	REVISION DE CALIDAD 08:00			10:00			12:00			14:00			16:00			CLASIFICACION DE DEFECTOS			OBSEVACIONES
		CANT. BULTO	MUESTRA	DEFECTOS	CANT. BULTO	MUESTRA	DEFECTOS	CANT. BULTO	MUESTRA	DEFECTOS	CANT. BULTO	MUESTRA	DEFECTOS	CANT. BULTO	MUESTRA	DEFECTOS	MENOR	MAYOR	CRITICO	
Hacer Ojal		35	7	1	35	7	0	35	7	1	35	7	0	35	7	1	*			8.9 y 9.2 medidas, ojal entre ojal no 1.6
Coser Codos		35	7	0	35	7	1	35	7	1	35	7	1	35	7	0	*			Escuadra con gaza, ancho de costura grande
Hacer Martillo		35	7	0	35	7	1	35	7	2	35	7	0	35	7	0	*			manga menor sobresale de la mayor
Planchar Martillo Y Codo		35	7	1	35	7	2	35	7	1	35	7	1	35	7	2	*			Martillo mal planchado
Cerrar Entremanga		35	7	0	35	7	0	35	7	2	35	7	2	35	7	2	*			Remate incompleto, costura chueca
Planchar Entremanga		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				
Pegar Botón		35	7	0	35	7	3	35	7	0	35	7	0	35	7	0				Botones chuecos (edmundo)
Acotar caja de cuello		35	7	2	35	7	1	35	7	1	35	7	1	35	7	0	*			Falta de flojo en vista delantero
Empalmar Mangas		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				
Pegar Mangas		35	7	0	35	7	1	35	7	1	35	7	1	35	7	1		*		costura chueca, amarres
Pegar Mangas		35	7	1	35	7	2	35	7	1	35	7	1	35	7	1		*		Pinza en espalda, añadidura, costura chueca
Borrar Flojo de Manga		35	7	0	35	7	1	35	7	1	35	7	0	35	7	1	*			flojo no borrado
Pegar Caída		35	7	0	35	7	0	35	7	1	35	7	1	35	7	0				
Pegar Hombrera		35	7	0	35	7	2	35	7	0	35	7	2	35	7	0		*		Pico en hombros, puntadas pasadas
Marcar caja de Cuello		35	7	0	35	7	1	35	7	0	35	7	0	35	7	0	*			Prenda sin marcar caja de cuello
Empalmar Casimir con Forro		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				
Coser muesca		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				
Bajar Cuello		35	7	1	35	7	0	35	7	2	35	7	1	35	7	0	*			No cubre caja de cuello
Engrapar filos		35	7	0	35	7	0	35	7	1	35	7	1	35	7	0	*			Grapas en los filos disparejas
Coser Filos		35	7	0	35	7	0	35	7	1	35	7	0	35	7	1	*			Filos chuecos
Escalfar filos		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				
Cargar filos		35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0	35	7	0				

Resultados y Discusión

Implementación del sistema semáforo.

Los semáforos (verde, amarillo, rojo) son una herramienta muy efectiva de comunicación a la hora de mostrar el estado de un indicador asociado con la frecuencia de asertividad o errores en los procesos u operarios.

Con los resultados de las auditorías a lo largo de aproximadamente cuatro meses, se obtienen datos cuantitativos, frecuencias de asertividad y errores en las operaciones.

El semáforo de la calidad funciona como un sistema de identificación visual, con el cual se encuentran problemas, se analiza las dificultades, se proponen mejoras al método de trabajo o se decide seguir el camino determinado. Todo esto, con el fin de lograr una calidad óptima en los procesos y en el producto elaborado.

La tabla 2, es el resultado del registro de los defectos encontrados en la sección 2, de la línea de producción de saco. Este es el sistema semáforo de la calidad, aplicado en la línea de producción de saco, donde se registraron las muestras diarias y errores cometidos clasificados (menor, mayor, crítico). De los cuales, se

obtiene la frecuencia en porcentaje de errores. Es ahí donde cada operación se le otorga un color (verde, amarillo o rojo) de acuerdo al porcentaje que obtuvo en las auditorias de calidad en proceso con tomas de muestras bihorarias.

Nivel de Calidad Buena (B). Calidad esperada. **B**

Nivel de Calidad Regular (R). Calidad es menor que la esperada y mayor al crítico. **R**

Nivel de Calidad Mala (M). Calidad es menor o igual al Crítico. **M**

Tabla 2. Sistema semáforo en la segunda sección de la línea de producción de saco.

SACO

SECCION: SEGUNDA AUDITOR DE CALIDAD: ISAÍ LÓPEZ ESCOBAR

Agosto - Noviembre 2014

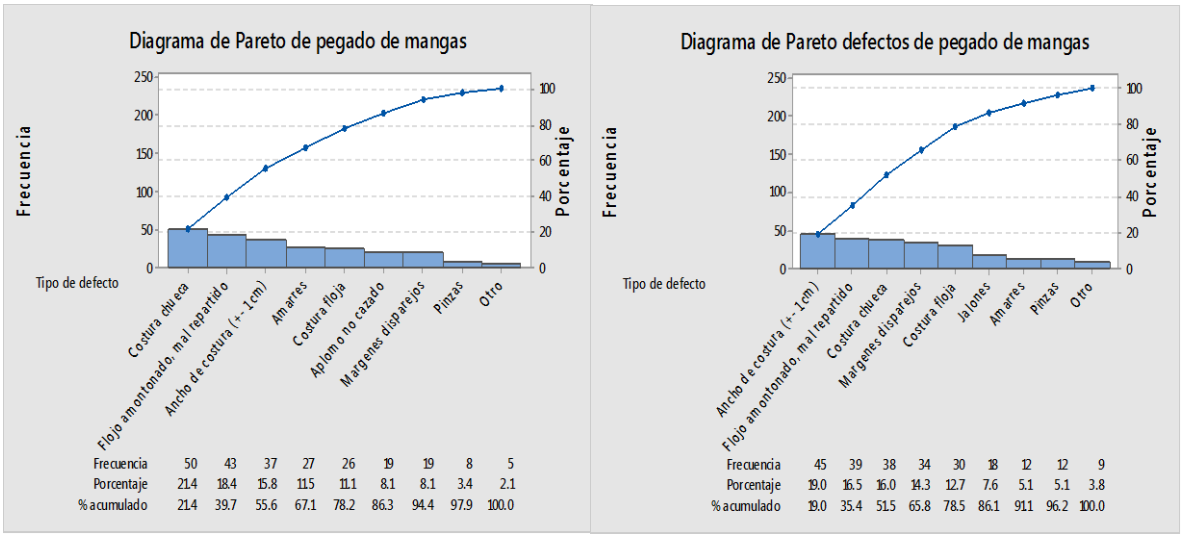
OPERACIÓN	OPERARIO	Tamaño de muestra	N° de aciertos	Porcentaje de aciertos	N° de defectos	Porcentaje de error	Errores Frecuentes en las Operaciones
Marcar Ojal		1351	1314	97.26%	37	2.74%	Marca movida, mal marcada, mangas sin marca
Hacer Ojlal		1568	1488	94.90%	80	5.10%	Medidas no correspóndientes(9 cm a bocamanga y 1.6 ó 1.2), ojales con gaza, faltan ojales en la manga.
Hacer codo		1897	1771	93.36%	126	6.64%	Costura floja, costura ancha, no cose sobre la marca de la escuadra, no caza costura.
Hacer martillo		1764	1661	94.16%	103	5.84%	Martillo diparejo, lo corresponden los 4 cm del primer ojal a bode de la manga
Planchar martillo y codo		609	518	85.06%	91	14.94%	Costura cargada, angulo de manga menor sobresale de la mayor, prenda con quiebres, martillo sin cruce, plancha sin cazar aplomos de martillo
Cerrar entremanga		1869	1663	88.98%	206	11.02%	Costura chueca, costura ancha, remate incompleto, costura floja, margenes imparejos
Planchar entremanga		1918	1889	98.49%	29	1.51%	Fusion no peagada, prenda sin desgobernar, quiebres en la manga
Pegar Boton		1736	1687	97.18%	49	2.82%	Botónes sin centrar, medias (1.2) a filo de manga y (4) a bocamanga son incorrectos.
Acotar caja de cuello		1952	1861	95.34%	91	4.66%	Hace falta el flojo de 3 mm en vista delantero, costura ancha en parche
Empalmar mangas		1715	1701	99.18%	14	0.82%	Foleo invertido en mangas y casimir
Empalmar mangas		105	104	99.05%	1	0.95%	Foleo invertido en mangas y casimir
Pegar Manas		1757	1437	81.79%	320	18.21%	Ancho de costura,margenes imparejos, flojo mal repartido, pinzas, costura chueca, aplomos mal cazados
Pegar mangas		1925	1567	81.40%	358	18.60%	Ancho de costura,margenes imparejos, flojo mal repartido, pinzas, costura chueca, aplomos mal cazados
Pegar mangas		175	126	72.00%	49	28.00%	Aplomos movidos, costura chueca, jalones, amarres.
Borrar Flojo mangas		1925	1809	93.97%	116	6.03%	Prenda con quiebres, flojo visible en la prenda
Pegar caída		1953	1801	92.22%	152	7.78%	Puntadas pasadas, caída muy separada(+2mm), flojo mal repartido, pinzas
Pegar hombrera		1946	1823	93.68%	123	6.32%	Puntadas pasadas, margen de hombrera no coincide con margen de casimir, ancho de costura grande, hombrera tensa
Marcar caja de cuello		1491	1441	96.65%	50	3.35%	Prendas sin marcar caja de cuello, marca mal posicionada, marca de jabon muy gruesa
Empalmar Casimir con forro		1463	1428	97.61%	35	2.39%	Foleos invertidos
Coser Muesca		1253	1134	90.50%	119	9.50%	No caza correctamente los aplomos, no cose exactamente sobre la marca, medida de los cajones es diferente, puntadas de más.
Coser Muesca		826	790	95.64%	36	4.36%	No caza correctamente los aplomos.
Bajar Cuello		1526	1391	91.15%	135	8.85%	No cubre completamente la caja de cuello,pinzas en el cuello, cuello levantado, falta remate, puntadas saltadas.
Bajar Cuello		469	417	88.91%	52	11.09%	Puntadas saltadas, pinzas en el cuello, flojo amontonado
Engrapar filos		1897	1824	96.15%	73	3.85%	Flojo en los filos son diferentes , grapas chuecas, no engrapa en el aplomo
Coser Filos		2026	1918	94.67%	108	5.33%	Filos chuecos, no cose exactamente sobre la curvatura, ancho de costura no uniforme, falta flojo en los filos
Escalfar filos		1869	1780	95.24%	89	4.76%	Reflia a mas de 3 mm, falta quitar grapa, refila muy pegado a la costura.
Cargar Filos		1715	1694	98.78%	21	1.22%	Quiebres en la prenda, no se abren correctamente los filos, falta flojo en los filos.
Hacer Caída		1960	1931	98.52%	29	1.48%	Quiebres en la prenda, no se abren correctamente los filos, falta flojo en los filos.

Solución a problemas de mayor repercusión en la calidad.

En el registro total de calidad de la segunda sección de saco se identifica que la operación *pegado de mangas* recibe mala calidad constantemente de semana en semana y de mes a mes.

El pegado de mangas es una operación especial y difícil, se utilizan máquinas destinadas al pegado de manga, generalmente son operarios de gran experiencia que tengan buen conocimiento de las partes del saco y que igualmente conocen los criterios de calidad requeridos, sin embargo hay mucha variabilidad en el proceso lo que ocasiona rechazos de lotes e inconformidad del cliente.

Con ayuda de un formato; “check list”, se registran los errores por tipos de defecto y diariamente en la recolección de datos, se calculan los porcentajes, y así conocer los principales factores que afectan la calidad en el saco. El concentrado se visualiza en el gráfico 1.



a) Trabajador 1 **b) Trabajador 2**

Gráfico 1. Defectos en la operación de pegado de mangas.

En el diagrama de Pareto, se visualiza que el trabajador 1, los defectos críticos que genera, son; Costura chueca y Flojo amontonado - mal repartido, haciendo un total del 39.7% acumulado.

En el trabajador 2, este produce defectos críticos diferentes, como son; Ancho de costura y Flojo amontonado - mal repartido, haciendo un total de 35.45% de los defectos generados.

A estos defectos se le dio un seguimiento con el método de las 6M´s, encontrando que las causas que la están originando son:

- ✓ La aplicación incorrecta del método de trabajo.
- ✓ La inmisión de modelos complicados tales como chamarras, abrigos, blazers, tales que ocasionan mayor variabilidad en la operación mencionada.

- ✓ La demanda constante de producción que obliga a los operarios a maximizar las prendas por hora, esto hace que descuiden una parte fundamental llamada calidad.
- ✓ Los defectos críticos descritos en el diagrama son ocasionados también por fallas en la máquina de pegado de manga, el número de puntadas por pulgada, el flojo que mete la máquina de coser a la prenda, la guía que no tiene la medida correcta de costura, pedal mal ajustado, aguja despuntada entre otros causas.

Estos son las principales causas que fueron encontradas a partir del estudio usando el check list y el diagrama de Pareto.

Los supervisores antes de conocer los resultados del proyecto atribuían los errores a la mano de obra, esto hacia que el problema siguiera presentándose incluso con más frecuencia. Después de analizar las causas que ocasionaban la variabilidad en el pegado de mangas, los métodos de trabajo fueron actualizados, se documentaron especificaciones para las máquinas de pegado de mangas para cada modelo diferente de saco y actualmente se capacita a estos dos operarios para que puedan cumplir con la producción necesaria diaria, así como la calidad requerida en el proceso.

Conclusiones

Con la realización de auditorías de calidad en las operaciones, se logró la implementación del sistema semáforo, que permitió identificar los niveles de calidad en todo momento en las operaciones de la sección 2 de la línea de producción de saco.

Con la aplicación de este sistema, basado en auditorías constantes, se identificaron las operaciones de buena calidad, las de calidad regular donde se les presta atención para aumentar su eficacia y aquellas que son de mala calidad donde se trabajó inmediatamente para resolver cualquier causante del problema, apoyándonos de las siete herramientas de calidad.

Se actualizaron los criterios de calidad para hacer de la calidad una exigencia inherente, así mismo resolvieron problemas que ocasionaban bajas de calidad y hoy en día se busca una mejora en los métodos y mano de obra para alcanzar un nivel óptimo de calidad en la línea de producción de saco.

Agradecimientos

Agradecemos a la empresa maquiladora, que brindó sus instalaciones para poder realizar este proyecto y obtener los resultados presentados, y a todas las demás personas que formaron parte de este proyecto hasta su culminación.

Referencias

1. Arter, Dennis R. *Auditorias de calidad para mejorar la productividad*. 3ª Ed. Estados Unidos de Norte América: ASQ Quality Press, 2003.
2. Gutiérrez Pulido, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a Ed. México: McGraw Hill, 2010.
3. Gutiérrez Pulido, Humberto y De la vara Salazar, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. 2a Ed. México: McGraw Hill, 2009.

EL MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE PROCESOS MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLEX

M.E. Juan Mendoza Hernández[3], M.A. Leonor Angeles Hernández[4], Ing. Daniel Estudillo [3]
M.A. Angélica Gómez Cárdenas [4], Erasto Marroquín [5]

*[1]M.E. Juan Mendoza Hernández Departamento de Metal-Mecánica,Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. juan000035@hotmail.com (**autor corresponsal).***
[2]Leonor Ángeles Hernández Departamento de Sistemas Computacionales Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. itangeles07@hotmail.com
[3]Ing. Daniel Domínguez Estudillo Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. dadoes@hotmail.com.
[4] M.A. Angélica Gómez Cárdenas Departamento de Económico Administrativas. Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. angelica.gomez@itcuautla.edu.mx
[5]Erasto Marroquín Alumno de Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. angelica.gomez@itcuautla.edu.mx

Área de participación: *Mejora de procesos y Sistemas de gestión de calidad*

Resumen — El modelo que se plantea en éste proyecto, tiene como finalidad entender, a través de ciertos ejemplos el comportamiento de los procesos industriales mediante el seguimiento de forma gráfica y matemática respecto al comportamiento de las matrices en el método simplex, todo esto mediante un análisis profundo.

Introducción

La elaboración de modelos matemáticos es una de las áreas más interesantes e importantes de la ingeniería, si dichos modelos se interpretan y aplican correctamente en las distintas áreas como lo son las de bienes y servicios.
El objetivo de un modelo es producir de la manera más apropiada y fiel la realidad que se observa, por ello es importante comprender hasta qué punto se utilizan los modelos y de qué forma se interpretan.
La selección de un modelo adecuado es una etapa importante para obtener las posibles soluciones donde las estructuras matemáticas no son arbitrarias, puesto que de alguna manera mediante estas se obtienen los resultados que llevan mucha relación con lo que puede estar o está sucediendo en un proceso productivo o en la prestación de un servicio. Por lo cual en esta experiencia se hace un esfuerzo importante para conectar la realidad física con la realidad matemática, donde los problemas de programación lineal matemática son

problemas que con frecuencia enfrentamos sin darnos cuenta de ello, pudiendo resolver estos con los conocimientos de investigación de operaciones y la adecuada interpretación matemática.
La programación lineal es una potente técnica de modelado usada en el proceso de toma de decisiones, donde la primera etapa antes de seguir los pasos del método científico, es primeramente considerar el mayor número de posibles modelos matemáticos para obtener el mayor número de posibles decisiones pudiendo identificar más claramente las variables que intervienen en nuestro problema, esto nos permite observar de manera más amplia cuales son los agentes que intervienen en el problema y cuales decisiones son admisibles o lógicas para el desarrollo del modelo matemático, buscando los valores numéricos que optimicen el objetivo.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Este trabajo pretende mostrar el comportamiento matemático de los procesos mediante el modelo gráfico, el método simplex y los posibles puntos de solución, analizando todos los posibles modelos para observar los diferentes resultados y posibles soluciones.

Objetivos

Objetivo general

Análisis e identificación de las posibles soluciones en los ejes x y mediante la solución simplex en primal y Dual.

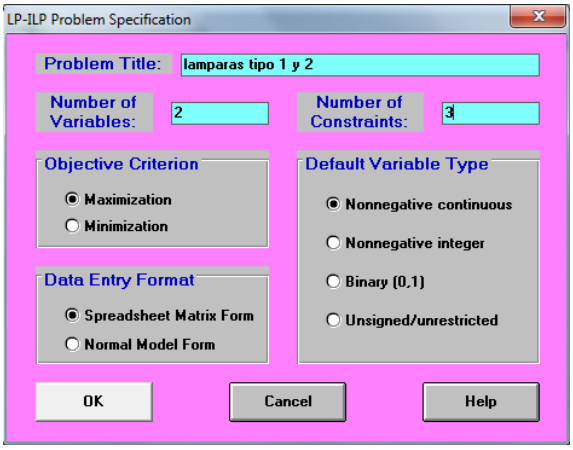
Objetivos Particulares

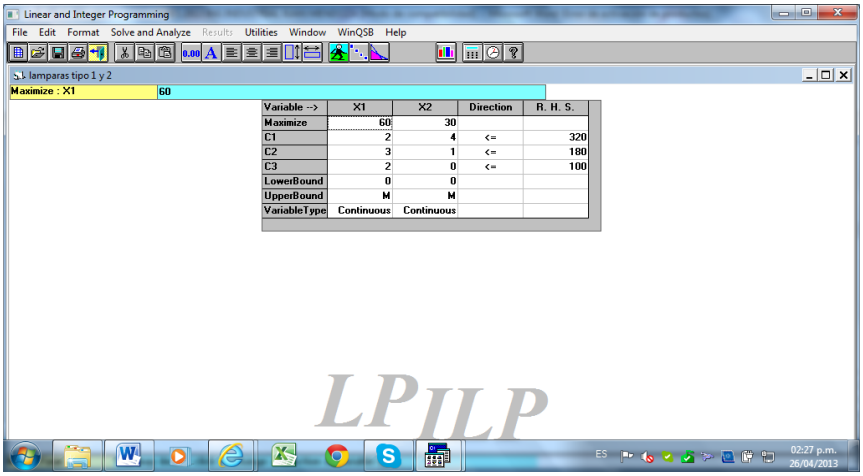
1.- Describir el comportamiento de los procesos.
2.- Identificar las dificultades en relación a las ecuaciones lineales.
3.- Descubrir y analizar los diferentes cambios en las variables de Sición >, < y =.
4.- Establecer una propuesta para mejor aplicación e interpretación de los modelos matemáticos.
5.- Proponer la interrelación de algunos programas de software en la interpretación matemática para mejorar el aprendizaje.

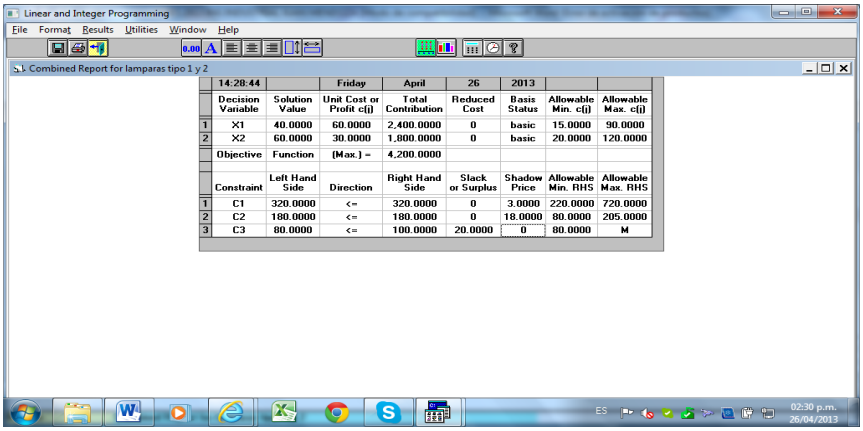
Desarrollo del Tema

En la Investigación de Operaciones utilizamos herramientas que nos permiten tomar decisiones a la hora de resolver un problema, tal es el caso de los modelos e Investigación de Operaciones que se emplean según sea la necesidad.
Para llevar a cabo el estudio de Investigación de Operaciones es necesario cumplir con una serie de etapas o fases en y desde las cuales podemos observar el comportamiento del problema a resolver cualquiera que este sea.
El siguiente ejercicio muestra paso a paso la interpretación y el análisis respectivo.

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN:
Se producen dos tipos de lámparas de latón para uso doméstico, que llamaremos tipo 1 y tipo 2, y se ha determinado que la contribución marginal es de $ 60 y $ 30 respectivamente. La producción de una lámpara tipo 1 requiere 2 lb. De latón y 3 horas de trabajo de laminación, y una lámpara tipo 2 requiere 4 lb. De latón y 1 hora de trabajo de laminación. Para el próximo periodo de producción solamente se puede disponer de 320 lb. De latón y de 180 horas trabajo para el proceso de laminación. Además, para producir una lámpara tipo 1, existe una limitación adicional, dado que se requieren 2 pantallas especiales (modelo oriental) y solamente se permite importar 100 pantallas para cada periodo de producción. Suponiendo que todas las unidades producidas se venden y se desea maximizar la utilidad.
Utilizando QsB el problema quedaría especificado de la siguiente manera





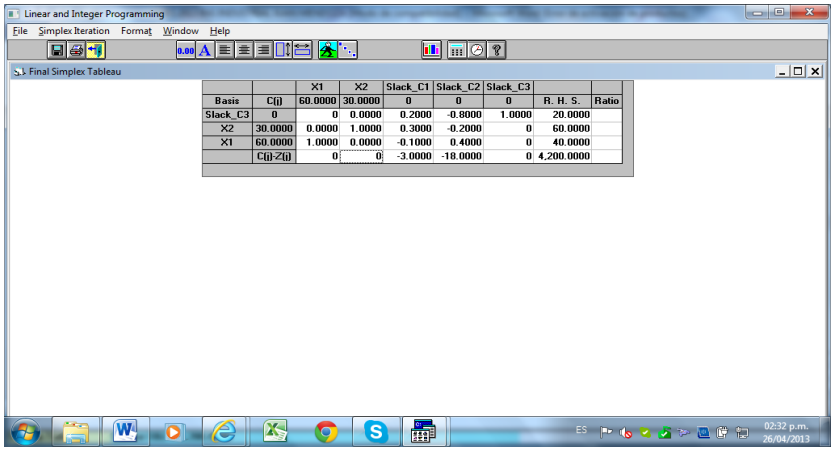


Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

Combined Report for lamparas tipo 1 y 2

14:28:44		Friday	April	26	2013		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	40.0000	60.0000	2,400.0000	0	basic	15.0000	90.0000
2	X2	60.0000	30.0000	1,800.0000	0	basic	20.0000	120.0000
	Objective	Function	(Max.) =	4,200.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	320.0000	<=	320.0000	0	3.0000	220.0000	720.0000
2	C2	180.0000	<=	180.0000	0	18.0000	80.0000	205.0000
3	C3	80.0000	<=	100.0000	20.0000	0	80.0000	M



Linear and Integer Programming

File Simplex Iteration Format Window Help

Final Simplex Tableau

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	60.0000	30.0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C3	0	0	0.0000	0.2000	-0.8000	1.0000	20.0000	
X2	30.0000	0.0000	1.0000	0.3000	-0.2000	0	60.0000	
X1	60.0000	1.0000	0.0000	-0.1000	0.4000	0	40.0000	
	C(j)-Z(j)	0	0	-3.0000	-18.0000	0	4,200.0000	

Como se observa QSB es un programa que nos ayuda a encontrar el resultado óptimo pero es indispensable saber interpretar y dar seguimiento al proceso para saber el comportamiento de cada una de las variables que intervienen en el proceso y ecuaciones, para explicar esto es importante utilizar el método simplex y método grafico

En este ejercicio lo que se busca es maximizar la función objetivo en relación al número de lámparas a producir en el periodo de producción. Es importante considerar los signos de desigualdad de cada restricción si < = entonces +S, si > = entonces – S + A y si es = entonces + A lo cual nos ayudara a identificar las variables.

X1 = Lámpara Tipo 1.
X2 = Lámpara Tipo 2.
S1 = Ecuación 1.
S2 = Ecuación 2.
S2 = Ecuación 3.

Max Zo = 60X1 + 30X2

Ecuación 1: 2X1 + 4X2 < = 320 Libras de latón + S1
Ecuación 2: 3X1 + X2 < = 180 Horas de trabajo +S2
Ecuación 4: 2X1 + X2 < = 100 pantallas especiales +S3

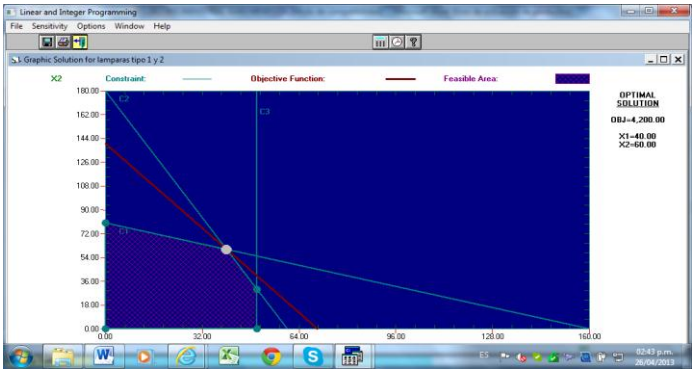
VB	X1	X2	S1	S2	S3	Sol	
Xo	-60	-30	0	0	0	0	
S1	2	4	1	0	0	320/2	160
S2	3	1	0	1	0	180/3	60
S3	2	0	0	0	1	100/2	50

S3	1	0	0	0	½	50
S3 (60)=	60	0	0	0	30	3000
Xo=	-60	-30	0	0	0	0

	0	-30	0	0	30	3000
S3 (-2)=	-2	0	0	0	-1	-100
S1=	2	4	1	0	0	320

	0	4	1	0	-1	220
S3 (-3)=	-3	0	0	0	-3/2	-150
S2=	3	1	0	1	0	180

	0	1	0	1	-3/2	30



Como se observa el primer movimiento que se realiza es en el eje x porque es primal y la primera ecuación que mueve es la ecuación 3 por ser el primer punto que se encuentra del cero hacia la derecha y cuando se esta en este punto hay un máximo de 3000.

Este proceso de producción nos indica que de acuerdo al enunciado es importante contar con por lo menos el 50% de las pantallas de latón en este problema se necesitan tres tablas para llegar al último resultado por lo que estaremos en el 33% del total del proceso.

VB	X1	X2	S1	S2	S3	Sol	
Xo	0	-30	0	0	30	3000	
S1	0	4	1	0	-1	220/4	= 55
S2	0	1	0	1	-3/2	30/1	= 30
S3	1	0	0	0	1/2	50/0	= oo

S2	0	1	0	1	-3/2	30
S2 (30)=	0	30	0	30	-45	900
Xo=	0	-30	0	0	30	3000

	0	0	0	30	-15	3900
S2 (-4)=	0	-4	0	-4	6	-120
S1=	0	4	0	0	-1	220

	0	0	0	-4	5	10

De acuerdo a la tabla anterior el segundo movimiento que se realiza es en el eje x porque es primal y la segunda ecuación a considerar es la ecuación 2 por ser el segundo punto que se encuentra del cero hacia la derecha y cuando se está en este punto hay un máximo de 3900.
Este proceso de producción nos indica que de acuerdo al enunciado es importante contar con por lo menos el 80% de las pantallas de latón en este problema se necesitan tres tablas para llegar al último resultado por lo que estaremos en el 66% del total del proceso.

VB	X1	X2	S1	S2	S3	Sol	
Xo	0	0	0	30	-15	3900	
S1	0	0	1	-4	5	100/5	= 20
S2	0	1	0	1	-3/2	30/-3/2	= -20
S3	1	0	0	0	1/2	50/1/2	= 100

S1	0	0	1/5	-4/5	1	20
S1 (16)=	0	0	3	-12	15	300
Xo=	0	0	0	30	-15	3900

	0	0	3	18	0	4200
S1 (3/2)=	0	0	3/10	-6/5	3/2	30
S2=	0	1	0	1	-3/2	30

	0	1	3/10	-1/5	0	60

S1 (-1/2)=	0	0	-1/10	2/5	-1/2	-10
S3=	1	0	0	0	1/2	50

	1	0	-1/10	2/5	0	40

El tercer movimiento que se realiza es en el eje x porque es primal y la segunda ecuación a considerar es la ecuación 3 por ser el tercer punto que se encuentra del cero hacia la derecha y cuando se está en este punto hay un máximo de 4200.
Este proceso de producción nos indica que de acuerdo al enunciado es importante contar con el 100% de las pantallas de latón en este problema se necesitan tres tablas para llegar al último resultado por lo que estaremos en el 100 % del total del proceso.

VB	X1	X2	S1	S2	S3	Sol
Xo	0	0	3	18	0	4200
S1	0	0	1/5	-4/5	1	20
S2	0	1	3/10	-1/5	0	60
S3	1	0	-1/10	2/5	0	40

Lo que se observa en verde es la matriz base para este problema por lo que al multiplicarse con el vector de las restricciones, lo que da el resultado de la columna de solución 20, X2 = 60 y X1 = 40.

Z= 60X1 + 30 X2
Comprobación de la columna de solución:
Zo= 60(40) + 30(60) = 4200
1/5(320) + (-4/5)(180) + 1(100) = 20
3/10(320) + (-1/5)(180) + 0(100) = 60
-1/10(320) + (2/5)(180) + 0(100) = 40
Del mismo modo lo que está de color lila
Comprobación de Holguras: Donde el 1 en binario nos indica el costo que se puede perder al aumentar una unidad

VB	X1	X2	
S1	0	0	X1
S2	0	1	X2
S3	1	0	X3

Trasponiendo las X queda el vector por que el 1 de S2 está en X2 y corresponde a 30 en la función objetivo Z = 30 X1 + 60 X2 y el 1 de S3 está en X1 y corresponde a 60.
(X1 , X2 , X3) = (0 , 30 ,60)

(0, 30, 60) por la matriz

1/5	-4/5	1
3/10	-1/5	0
-1/10	2/5	0

base

S1= 3, S2 = 18, S3 = 0.
Comprobación de las holguras.
0(1/5) + (3/10)(30) + (-1/10)(60) = 3
0(-4/5) + (-1/5)(30) + (2/5)(60) = 18
0(1) + (0)(30) + (0)(60) = 0

Metodología

En la investigación de operaciones es importante considerar todo el sistema y esto es responsabilidad de cada administrador, esto permitirá una mayor visión y entendimiento del problema, incluyendo una base cuantitativa o modelo para la toma de decisiones, mejorando la planeación, organización, dirección y control de cada una de las actividades de la empresa.

El estudio que se ha realizado en la aplicación de lo antes mencionado es un esfuerzo de varios años de impartir la materia de investigación de operaciones, realizando ejercicios con diferentes características para la obtención de resultados matemáticos que son similares o parecidos a los de los hechos reales. Permitiendo el análisis profundo de las diferentes situaciones.

Conclusiones

Con los valores obtenidos en el primal se observa que los valores de las incógnitas X1 = 40 y X2 = 60 son vender 40 lámparas del tipo 1 y 60 lámparas del tipo 2 para obtener mayores ganancias, pero además hay que considerar que al aumentar la capacidad es necesario considera las holguras puesto que el número 1 y 0 nos indica lo que se podría perder o ganar. El resultado obtenido en este ejercicio puede cambiar al modificar las variables básicas ello implicaría elaborar nuevamente los cálculos matemáticos a mano para poder observar cada comportamiento del proceso y en nuestro caso esto se puede observar por que las incógnitas a encontrar son 2, pero si fuesen 3 o más ya no se podría graficar y realizar el seguimiento de las operaciones o cálculos resultaría muy tedioso y mucho más si cambian los signos de desigualdad, por lo que aquí se propone utilizar el programa INVESTPRO realizado por alumnos del tecnológico de Cuautla, el cual nos permite obtener todas las distintas ecuaciones lineales con los resultados para poder analizar los distintos comportamientos del modelo, esto nos ayuda en la toma de decisiones, puesto que se observa a detalle todas las posibles soluciones para su evaluación.

Referencias

1. Hiller & Liberman, (2002), Investigación de operaciones (7ª ed.) pág. 190-347, Mc Graw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F.

2. Eppen & Gould (1987), Investigación de operaciones en la ciencia administrativa (2ª Ed.) pág. 26-226, Prentice Hall Hiapanoamericana S.A. de C.V. México D.F.

3. Wayne L. & Winston (2010) Investigación de operaciones aplicaciones y algoritmos (4ª Ed.) pág. 49-400, CENGAGE Learning S.A. de C.V. México Corporativo Santa fe.

4. Stanley I. & Grossman (2008), Algebra Lineal (6ª Ed.) pag, 282.350, Mc Graw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F.

5. Thierauf, Robert J., y Grosse, Richard A.,(1977), Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones, Editorial Limusa, México D.F.

PROTOTIPO DIDÁCTICO DE UNA MÁQUINA DE ENSAYO DE TENSIÓN.

R. Eduardo Castañeda Lozano[1], J. Efraín Ruiz Ramírez[1], O. Sarmiento Martinez[1].

[1]*Instituto Tecnológico de Zacatepec- ITZ, Departamento Metalmecánica, Ingeniería Electromecánica. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec Morelos, México, C.P. 62780.*
recl_910430@outlook.com

***Área de participación**: Escriba el área de participación*

Resumen – En el presente trabajo se propone el diseño general de un prototipo didáctico para pruebas de ensayo a tensión y realizar prácticas de laboratorio de las materias involucradas en la carrera de ingeniería electromecánica del Instituto Tecnológico de Zacatepec. El prototipo está constituido por un sistema hidráulico como medio de fuerza y un sistema electrónico de adquisición de datos para caracterizar la deformación de probetas planas en base a la norma ASTM E8. Un software de análisis de elemento finito es manejado para el diseño y simulación. Para el sistema electrónico, un microcontrolador PIC16F877A es empleado para adquirir la señal de un sensor ultrasónico SFR-04, utilizado para medir el desplazamiento del vástago del cilindro hidráulico y determinar la deformación en las probetas mediante un software de instrumentación virtual. En la elaboración de este prototipo los costos son menores en comparación con adquirir una máquina de ensayos de tensión.

Introducción

El diseño es un proceso de ingeniería donde se genera toda una documentación tecnológica con el fin de producir un componente o máquina para su posterior desarrollo [1,2].

En el laboratorio de la carrera de ingeniería electromecánica existe una necesidad urgente contar con un equipo didáctico de esta naturaleza dada la creciente necesidad de los alumnos que cursan distintas materias del área mecánica para realizar las prácticas correspondientes [3,4].

Las máquinas electromecánicas y servohidráulicas Deltalab-Nene, para ensayos universales, integran un sistema informatizado de control directo innovador. La idea consiste en utilizar al máximo las prestaciones de los microordenadores. Todas las funciones de control, adquisición y tratamiento de datos las realiza por completo el programa, a través de una interface específica. Las máquinas servohidráulicas se pueden controlar hasta frecuencias máximas de 500 Hz. El programa, de fácil utilización, permite: asegurar todas las funciones de control estático y dinámico; crear programas de ensayos específicos, y obtener las curvas y los resultados de los cálculos seleccionados. También se puede realizar el reacondicionamiento de máquinas de ensayos ya en funcionamiento, reemplazando el módulo electrónico por un microordenador con una interface y un programa de control [5].

El marco hidráulico universal para pruebas de fatiga, marca Satec Systems, Inc., es similar al que se encuentra en las instalaciones del laboratorio mecánico de la carrera de ingeniería electromecánica del Instituto Tecnológico de Zacatepec.

El laboratorio mecánico ha prestado sus servicios didácticos a los estudiantes de totas las carreras del Tecnológico de Zacatepec. Este laboratorio ofrece a los estudiantes del instituto la posibilidad de realizar ejercicios prácticos sobre la resistencia de tensión y compresión de los materiales de construcción comúnmente utilizados [5].

TVL (la Tensión Vertical W/la Célula de la Carga) La Serie de TVL proporciona una solución económica para metales probar de tensión y está disponible en capacidades que recorren de 50 kN (11,000 lb) - 1,000 kN (220,000 lb). El diseño sencillo y elegante para pruebas de tensión es ideal para probar cierres, para el alambre, y para las muestras de metal representa abrir grande de prueba y golpe largo de émbolo para probar la flexibilidad [5].

Sección Experimental

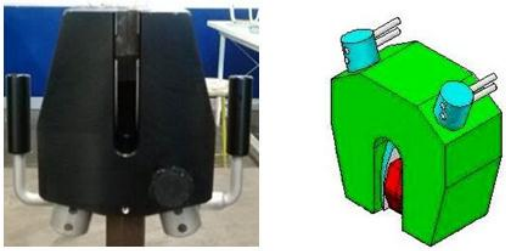
Diseño

Para el prototipo, un software de aplicación CAD es utilizado para el diseño. El diseño de la máquina de ensayos de tensión se efectúa por medio de un software de diseño, por medio del cual se realiza el diseño de las partes que conforman al prototipo didáctico:

- Mordazas
- Base de la máquina de ensayos de tensión
- Estructura de la máquina de ensayos de tensión
- Probetas de sección circular y rectangular de acuerdo a la norma ASTM E-8

También se maneja un software para poder realizar el diseño el funcionamiento hidráulico del prototipo.

En la tabla 1 se muestran las dimensiones de los tres diseños realizados tomando como base el primer modelo (figura 1a). La figura 1b muestra el primer diseño realizado tomando como base el primer modelo.



a) b)

Figura 1 a) Mordazas de sujeción de la maquina universal, b) Primer diseño de las mordazas de sujeción.

Tabla 1. Dimensiones de las mordazas de sujeción.

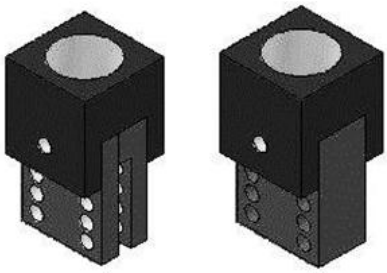
	Dimensiones Originales	Primer Diseño	Segundo Diseño	Tercer Diseño
Grosor	40 mm	30 mm	50 mm	45 mm
Ancho Superior	150 mm	60 mm	80 mm	80 mm
Ancho Inferior	80 mm	45 mm	50 mm	45 mm
Largo lateral	70 mm	20 mm	20 mm	20 mm
Largo Total	165 mm	60 mm	80 mm	80 mm

Se tomó como base para el segundo modelo otro tipo de mordazas (figura 2a y 2b), este nuevo modelo se conforma de dos piezas.

a) b)

Figura 2. a) Mecanismo de agarre, b) Láminas de sujeción.

La tabla 2 muestra las dimensiones del primer y segundo diseño de las láminas y del primer diseño del mecanismo de sujeción (figura 3a y 3b).



a) b)

Figura 3. a) Primer diseño del mecanismo de agarre y de las láminas de sujeción, b) Segundo diseño del mecanismo de agarre y de las láminas de sujeción.

Tabla 2. Dimensiones del mecanismo de agarre y las láminas de sujeción.

Dimensiones	Alto	Ancho	Largo
Mecanismo de Agarre	40 mm	38.1 mm	38.1 mm
Laminas 1er. Diseño	50.8 mm	8 mm	38.1 mm
Laminas 2ndo. Diseño	50.8 mm	11.05 mm	38.1 mm

Las dimensiones de los diseños de las bases de ángulo (figura 4a) y PTR (figura 4b) son mencionadas en la tabla 3.

Tabla 3. Dimensiones de las bases de la máquina de ensayos de tensión.

Dimensiones	Lado A	Lado B	Altura
Base ángulo	300 mm	300 mm	150 mm
Base PTR	300 mm	300 mm	150 mm

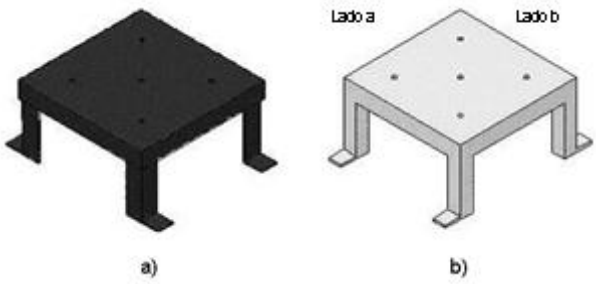


Figura 4. Base de la máquina de ensayos de tensión a) Diseño con ángulo, b) Diseño con PTR.

Para el diseño de la estructura de la máquina de ensayos de tensión se propone que la máquina de ensayos de tensión sea del tipo “mono espacio”, ya que esta ocupa menos material para su construcción y es de un diseño sencillo, toda la estructura es diseñada de acero A-36 debido a sus características como se observa en las tablas 4 y 5 [7].

Tabla 4. Composición química ASTM A36.

Elementos	%
Carbono (C)	0.25-0.29
Cobre (Cu)	0.20
Hierro (Fe)	98.0
Manganeso (Mn)	1.03
Fosforo (P)	<=0.04
Silicio (Si)	0.28
Azufre (S)	<=0.05

Tabla 5. Algunas propiedades mecánicas ASTM A36.

Propiedad	Valor
Densidad, g/cm^3	7.85
Resistencia a la tracción, Mpa	400-552
Límite de Fluencia, Mpa	250
Módulo de Young, Mpa	200 000
Módulo de cortante, Mpa	79 300
Coeficiente de Poisson	0.26
Elongación, %	18
Dureza Rockwell B	67-83
Dureza Brinell	119-159

En la tabla 6, se presentan las características de la estructura principal del prototipo (figura 5a). La estructura que sostendrá al cilindro hidráulico el cual aplica la fuerza en la prueba de ensayo de tensión se observa en la figura 5b.

Tabla 6. Dimensiones de las placas de la estructura de la máquina de ensayos de tensión.

Dimensiones	Lado A	Lado B	Grosor
Placa para la estructura	250 mm	250 mm	95 mm
Placa para la base	300 mm	300 mm	95 mm

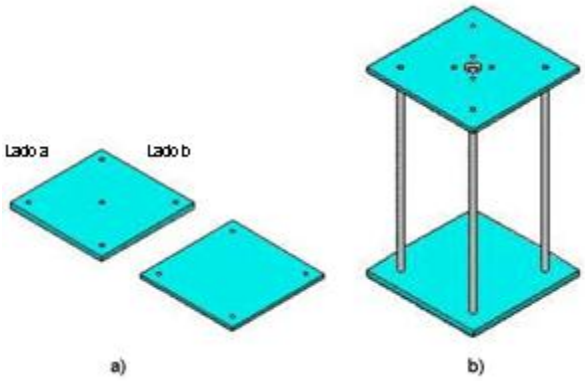


Figura 5. a) Placas de acero A-36 de 95mm de espesor, b) Estructura de la máquina de ensayos de tensión.

Las probetas rectangulares que se utilizaron en esta máquina están bajo la norma ASTM–E8 (Figura 6).

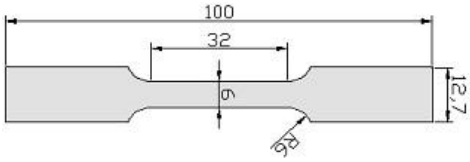


Figura 6. Diseño de la probetas de sección rectangular.

Accionamiento hidráulico.

El accionamiento hidráulico es sencillo ya que únicamente se utiliza una válvula seleccionadora de dirección para poder operar al prototipo, además nos brinda ventajas económicas debido a que se cuenta con el material hidráulico en el laboratorio como se muestra en la figura 7.

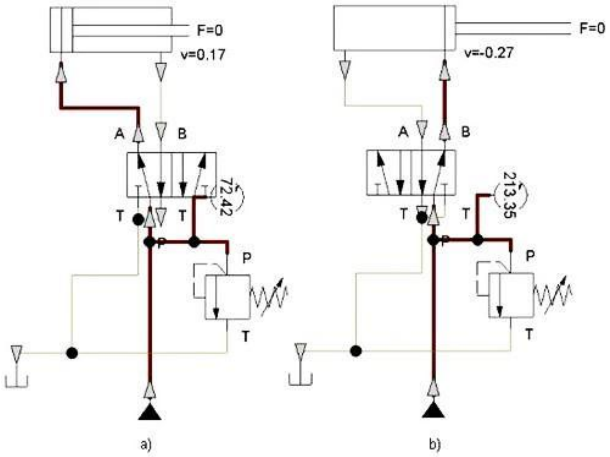


Figura 7. Diseño del accionamiento hidráulico de la máquina de ensayos de tensión a) accionamiento de la válvula selectora para que el pistón del cilindro salga b) accionamiento de la válvula selectora para que el pistón del cilindro regrese a su posición inicial.

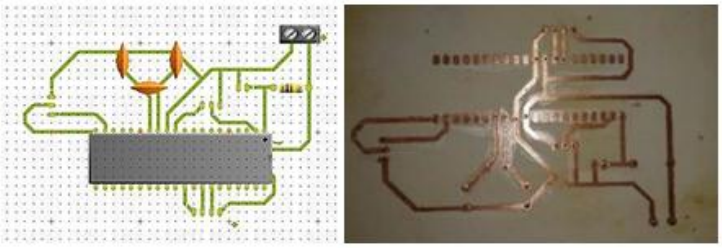
Instrumentación

Para la elaboración de la instrumentación de la máquina de ensayos de tensión se ocupa el material electrónico que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Lista del material electrónico a utilizar en el prototipo.

#	Material	Cantidad
1	Pic16f877a	2
2	Placa fenólica	2
3	Cloruro Férrico	1 litro
4	Cable	6 metros
5	Cable plano	2 metros
6	Resistencias	10 (330 Ω)
7	Botones (Comúnmente abierto)	10
8	Conectores tipo Banana	2 hembras 2 machos
9	Conector tipo DB9	3 hembra
10	Potenciómetro	5 (10k)
11	Sensor ultrasónico (HC-SR04)	1
12	Cable convertidor Serial- USB	1

En la figura 8a se puede observar el prototipo del circuito impreso, el cual para poder ser elaborado se procedió a trabajar basándose en el circuito realizado anteriormente en el protoboard. Al tener el diseño final del circuito impreso se procedió a la fabricación de la placa fenólica (figura 8b).



a) b)

Figura 8. a) Diseño del circuito impreso, b) Circuito impreso en la placa fenólica.

Se realiza el montaje del circuito electrónico en una caja de plástico, todo esto para mayor protección del circuito (figura 9).

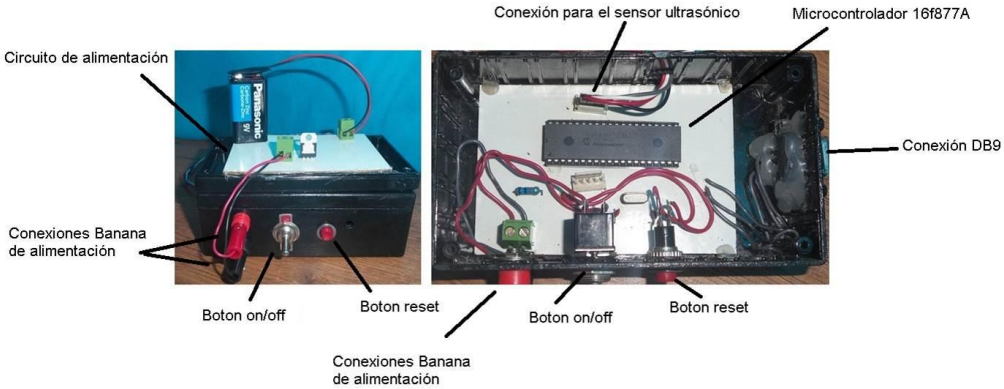


Figura 9. Partes del dispositivo de medición electrónico.

Programación

Se procede a realizar el código en el software para la programación con el cual pretendemos controlar al sensor ultrasónico HC-SR04 y a un potenciómetro, como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 10 [9,10].

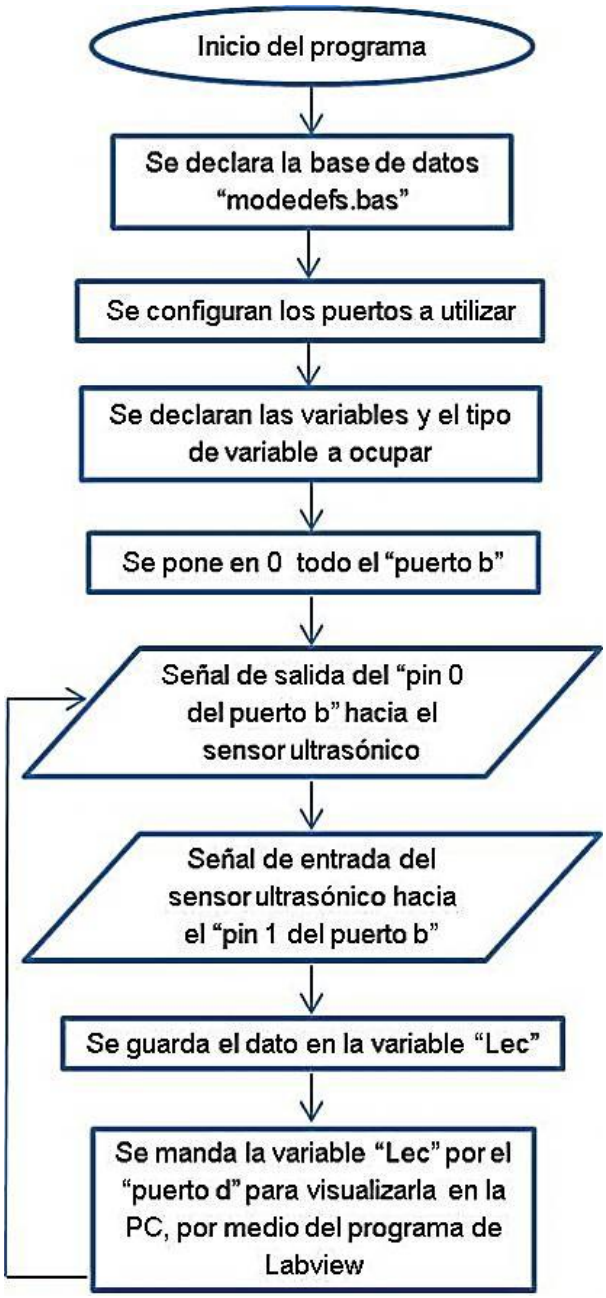


Figura 10. Diagrama de flujo del programa hecho en el software de programación.

El diagrama de flujo de la figura 11 muestra el funcionamiento del programa de adquisición de datos hecho en el software de aplicación.

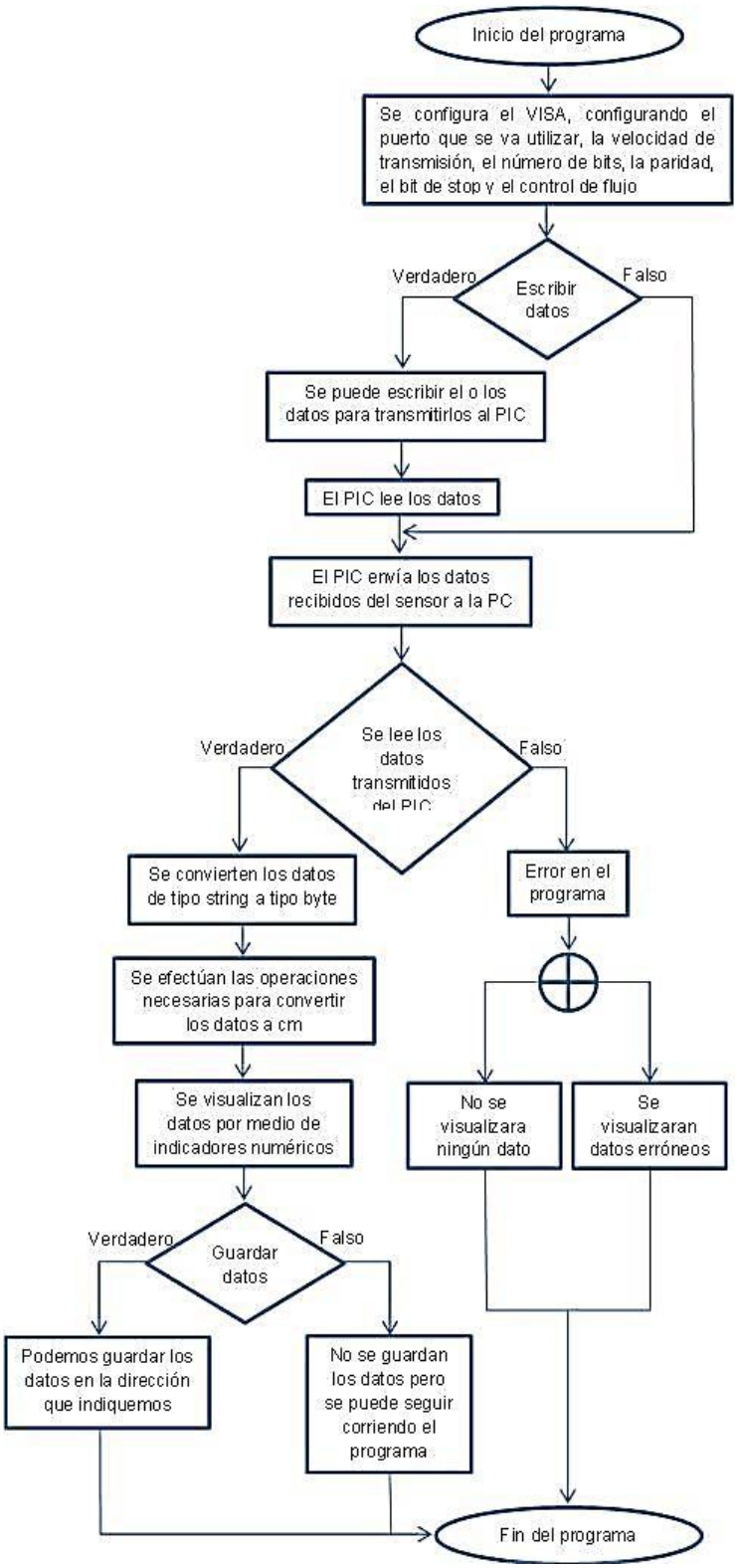


Figura 11. Diagrama de flujo del programa hecho en el software de adquisición de datos.

Resultados

En las figuras 12 y 13, se observa la deformación unitaria resultado del análisis de elemento finito en el diseño de la base de la máquina de ensayos de tensión y en el diseño de la probeta, los cuales se realizaron para tener una idea del comportamiento que tendrían al momento de llevar a cabo el ensayo de tensión y del rango de fuerza que se les podría aplicar. Como se observa en dichas figuras existe del lado derecho de cada una de ellas una tabla de colores, la cual nos indica que mientras el color se acerque al rojo se corre el riesgo de que exista una deformación o ruptura en nuestro diseño, sucediendo lo contrario si el color se acerca al azul ya que este significa que la deformación es menor.

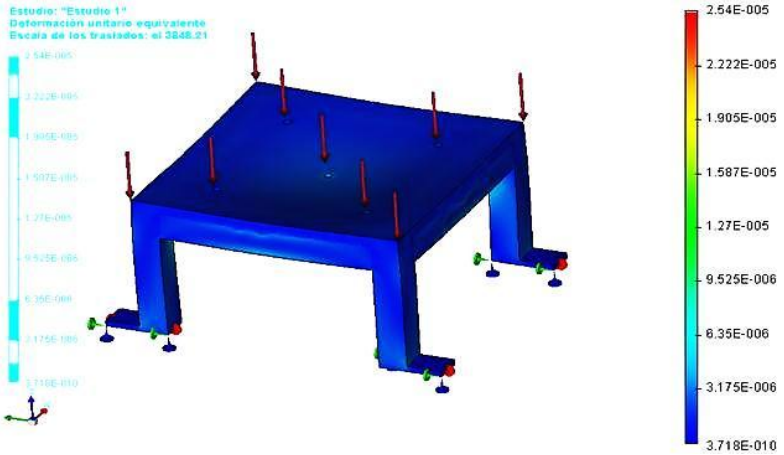


Figura 12. Deformación unitaria de la base de la máquina de ensayos de tensión (diseño con PTR).

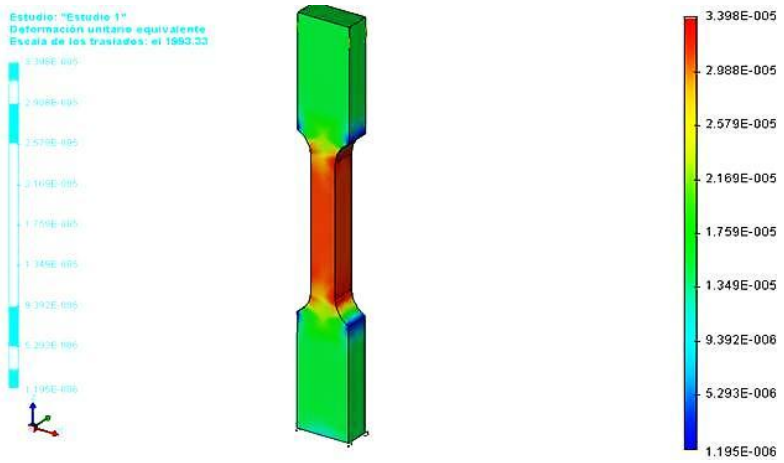


Figura 13. Deformación unitaria de la probeta de sección rectangular (Prueba 1 a 500 psi).

Al realizar la unión de todas las partes construidas en base a los diseños realizados como se observa en la figura 14, la parte de la construcción del prototipo de la máquina de ensayo de tensión se da por terminada.

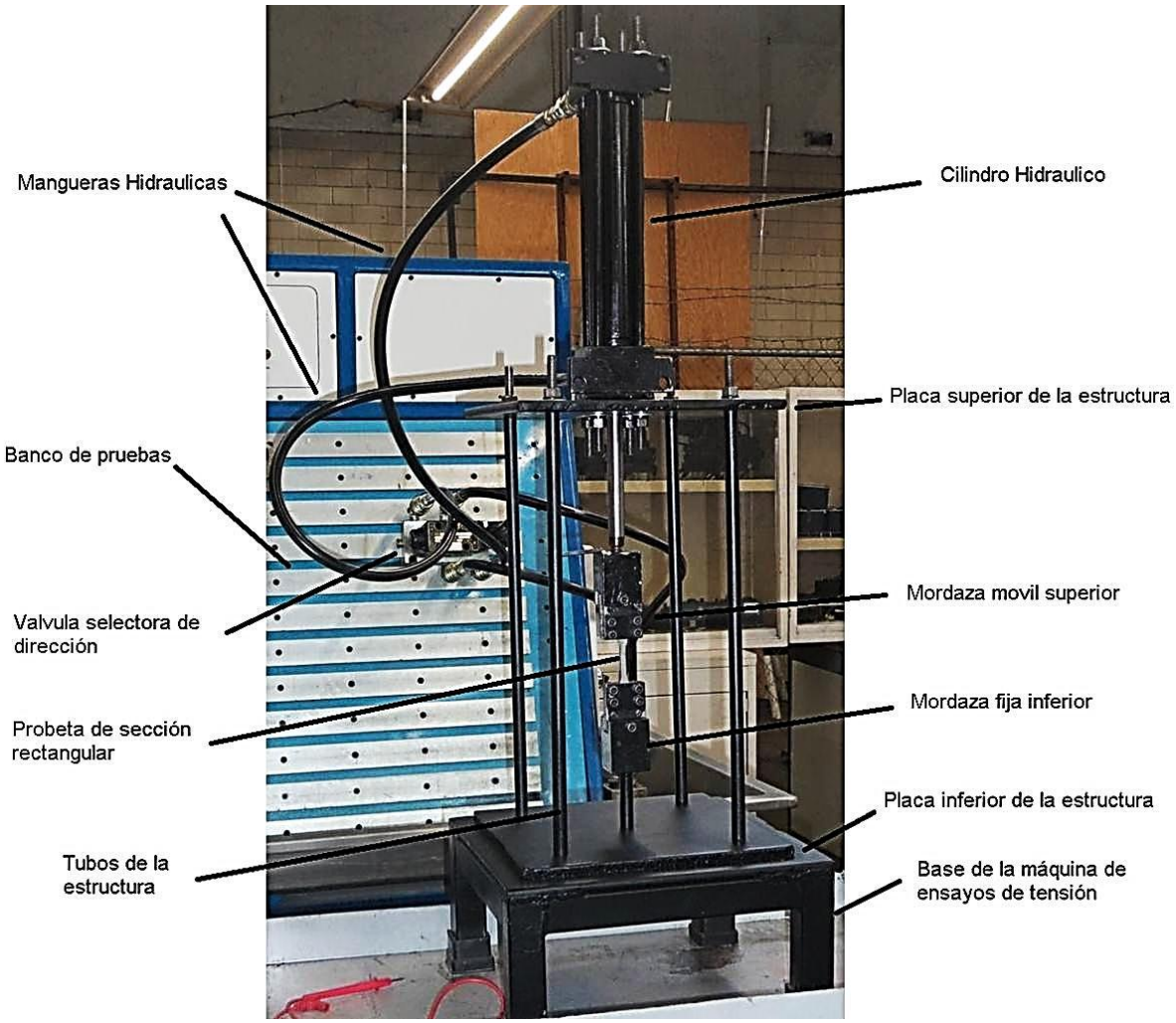


Figura 14. Partes del prototipo de una máquina de ensayo de tensión.

Una vez que el prototipo está armado completamente se conecta al banco hidráulico como se ve en la figura 15 para realizar pruebas de funcionamiento de la máquina.

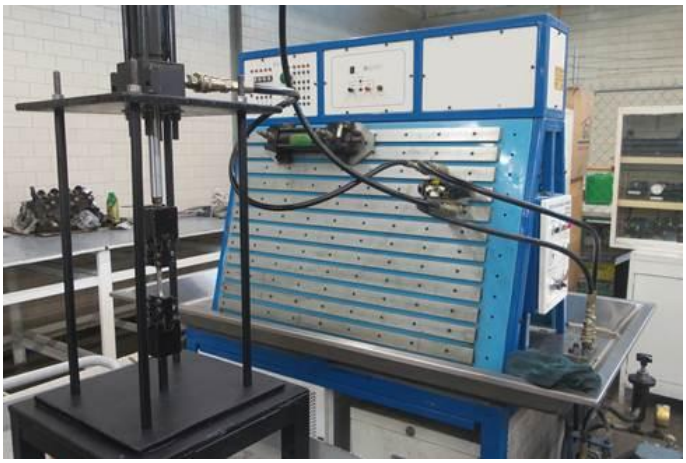


Figura 15.Prototipo didáctico de una máquina de ensayo de tensión

Estas pruebas son realizadas para observar que el accionamiento hidráulico como del circuito electrónico sea el apropiado para posteriormente poder realizar el ensayo de tensión en las probetas de sección rectangular.

En la tabla 8 se muestran los datos de las 4 pruebas, cada una de ellas se realizó a diferentes presiones para poder apreciar el comportamiento que presentan las probetas de poliuretano [8].

Tabla 8. Datos de las pruebas del funcionamiento de la máquina de ensayos de tensión.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Tipo de ensayo	De tensión	De tensión	De tensión	De tensión
Material de la probeta	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Dimensiones de la probeta	Modelo 1 Rectangular	Modelo 1 Rectangular	Modelo 1 Rectangular	Modelo 1 Rectangular
Presión a utilizar	175 psi	125 psi	300 psi	225 psi

En la tabla 9 se observa los datos del resultado del análisis de elemento finito realizado al diseño de la base del prototipo. Basados en estos datos se toma la decisión de construir el diseño con PTR ya que este diseño es el que se comporta mejor al aplicarle la fuerza de 40 Kgf además cumple con la función de soportar el peso de la máquina de ensayos además de que el costo del material es mucho menor que el del ángulo.

Tabla 9. Datos de los resultados del análisis de elemento finito de las bases de la máquina de ensayos de tensión.

	Diseño
	Diseño PTR (40 kgf)
Deformación unitaria	0.0000254
Módulo de desplazamiento (mm)	0.004893
Factor de seguridad (N/m^2)	2.824000
Tensión de von mises (N/m^2)	6047000

En la figura 16 se muestran los datos de los resultados de los análisis de elemento finito realizados a los diseños de las probetas de sección rectangular. En el inciso a) se muestra que el módulo de desplazamiento es mayor en la prueba 3 que es en donde se aplica una presión mayor, de igual modo el inciso b) muestra que existe una deformación unitaria mayor en la prueba 3, por el contrario en el inciso c) se contempla un factor de seguridad mucho más alto en la prueba 1 ya que en esta se aplica una presión menor con respecto a las demás pruebas, además el inciso d) expone una mayor tensión de von mises en la prueba 3 debido como anteriormente se menciona a la presión aplicada.

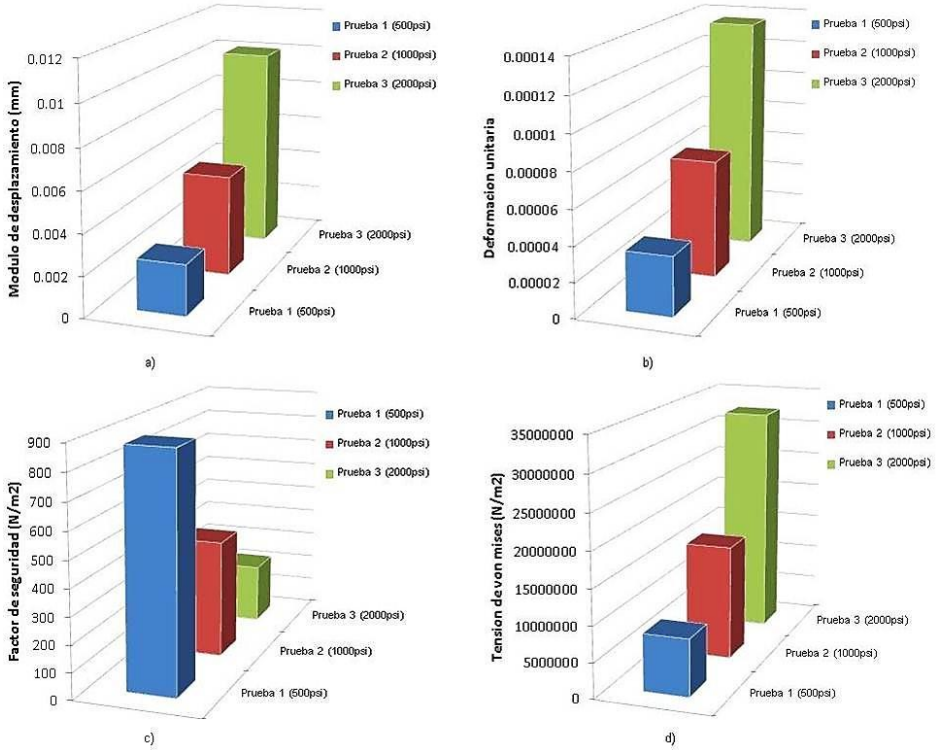


Figura 16. Gráficas de los resultados del análisis de elemento finito de las probetas de sección rectangular.

Se realizó el diseño de un dispositivo electrónico por medio del cual se obtiene el dato de la distancia durante el ensayo de tensión. Por otra parte, se implementó el desarrollo de un programa en el software de adquisición de datos el cual nos permite visualizar los datos obtenidos durante el ensayo.

En la figura 17 observamos el resultado de las pruebas del funcionamiento del sensor ultrasónico. Se nota claramente en la imagen que generalmente al comienzo de las 4 pruebas existe una oscilación en el dato de la distancia debido a que la señal del sensor ultrasónico no es completamente estable pero durante el desarrollo de la prueba se nota que este dato comienza a oscilar menos y va en ascenso debido que al aplicar la fuerza de tensión con el pistón hidráulico la placa de referencia para el sensor que se encuentra en el mecanismo de agarre comienza a subir junto con él, sin embargo a pesar de que las láminas de sujeción fueron apretadas a tope estas no ejercen el agarre necesario para que la probeta pueda presentar una ruptura esto se nota claramente al final de la gráfica ya que podemos visualizar como el dato se dispara abruptamente al final, esto sucedió en el momento en que la probeta sale de las láminas de sujeción.

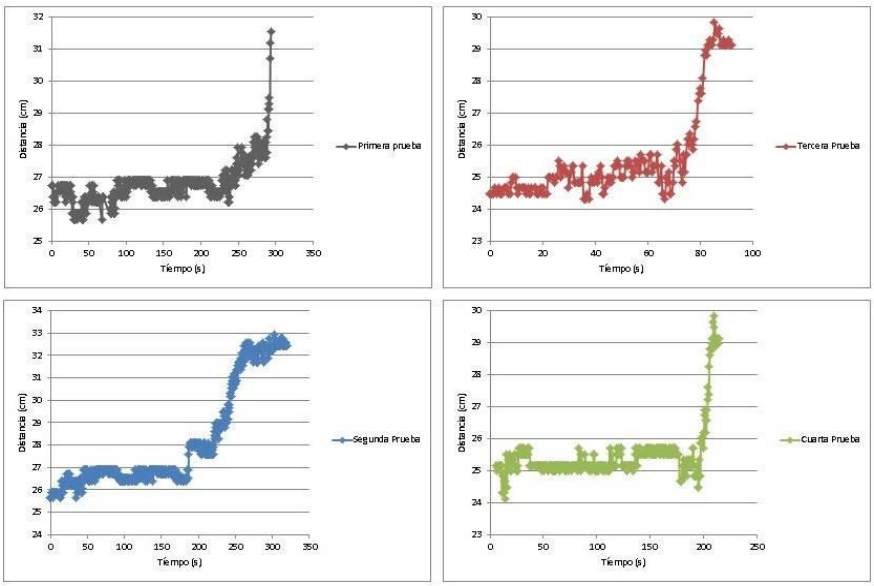


Figura 17. Resultados de las pruebas del funcionamiento del sensor ultrasónico

Conclusiones

Se logró realizar el diseñó y la construcción de un dispositivo electromecánico para el estudio de ensayos tensión, el diseñó una tarjeta de adquisición de datos, en base a un microcontrolador con comunicación a la computadora para el dispositivo electromecánico y el diseñó un sistema electrónico de medición.

Cabe destacar que la fabricación de este proyecto tuvo un costo final de aproximadamente $27,000.00 el cual es relativamente económico en comparación con los costos de máquinas universales nuevas que son de alrededor de $65,000.00 hasta los $670,000.00.

Referencias

1. Gallego Botero Paula Andrea, Claros Rolando Ferney, Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías, Escuela de Tecnología Mecánica, Pereira-Risalda Noviembre 2007.
2. Smith, W. F. (2006). Fundamentos de la Ciencia e ingeniería de Materiales. McGraw-Hill.
3. *Askeland, D. R. (2004). Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Thomson.*
4. Universidad del Norte (2008). Guía Para Ensayo de Tensión. Barranquilla.
5. *Universidad de Guadalajara (septiembre 2002), Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías, división de ingenierías, Máquina de laboratorio para ensayos de tensión.*
6. *http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/materiales/materials3.html.*
7. http://aceroselalamo.com/acero-a36/.
8. http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/poliuretano-definicion significado/gmx-niv15-con195186.htm.

Q.O.S.
SISTEMA OPERATIVO DE CALIDAD.

Autores: M.E. Juan Mendoza Hernández 1 , M.A. Leonor Ángeles Hernández 2, Ing. Daniel Domínguez Estudillo 3, M.A. Angélica Gómez Cárdenas 4. Zameza Gallo Ana Karen 5.

Instituto Tecnológico de Cuautla
1 M.E. Juan Mendoza Hernández Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. juan000035@hotmail.com
2 Leonor Ángeles Hernández Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. itangeles07@hotmail.com(autor corresponsal).
3 Ing. Daniel Domínguez Estudillo Profesor de tres cuartos de tiempo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México dadoes73@hotmail.com daniel.dominguez@itcuautla.edu.mx
4 M.A. Angélica Gómez Cárdenas Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. angelica.gomez@itcuautla.edu.mx
5 Ana Karen Zameza Gallo alumna de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Cuautla, Morelos, México. ana.karen.zameza.gallo@gmail.com

***Área de participación**: Mejora de Procesos.*

Resumen – En la actualidad las organizaciones requieren de procesos de calidad sin emplear costosos sistemas que hagan más obeso su sistema, el Q.O.S. promueve y garantiza resultados efectivos sin invertir muchos recursos (M.O.,MET.,MAQ. MATLS. Y M.A.) y tener resultados que cumplan con las expectativas de los clientes de las organizaciones.

Introducción

El Sistema Operativo de Calidad (QOS) es un método con un enfoque disciplinado que usa herramientas y prácticas estandarizadas para manejar un negocio y lograr siempre incrementar niveles de satisfacción del cliente a través de un mejoramiento continuo del proceso.

Los beneficios de un QOS:

A través del involucramiento de los empleados y simples herramientas QOS le ayudará a:

- Alinear los procesos de negocios con las expectativas del cliente
- Estandarizar procesos
- Identificar las oportunidades de mejora
- Proactivamente identificar y resolver problemas
- Enfocarse en la satisfacción de sus clientes

Metodología

FASES DEL Q.O.S.

1. IDENTIFICACIÓN DE CLIENTES Y SUS EXPECTATIVAS:

¿Quiénes son los clientes?
Los clientes son los beneficiarios indirectos de los resultados del proceso.
Existen dos tipos de clientes, internos y externos.
Los clientes internos incluyen:

- Empleados en el flujo del proceso
- Procesos o subprocesos que interactúan entre ellos

Los clientes externos incluyen:

- Clientes finales o consumidores de productos o servicios
- Distribuidores, Gobiernos y/o otras agencias externas

¿Cuáles son las expectativas del cliente?
Son los atributos definidos por él, de su producto o servicio que se deben cumplir o exceder para lograr su satisfacción.
Los métodos que ayudan a identificar las expectativas del cliente son:

- Investigación de mercados
- Encuestas de satisfacción
- Llamadas telefónicas
- Visitas al sitio
- Información vía web

2. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS CLAVE

Un proceso clave impacta altamente en su habilidad para cumplir una o mas de las expectativas del cliente.
Un proceso clave puede ser un proceso completo o un subproceso. Los procesos clave no están limitados a manufactura, pueden ser encontrados en cualquier nivel de la organización.

Ejemplos:
Manufactura: Maquinado, Capacitación, Ensamble, Mantenimiento Correctivo
Servicios: Ventas, Cuentas por cobrar, Servicio al Cliente
¿Cómo se identifican los procesos clave?
Observando cada expectativa del cliente e identificando el proceso o procesos que tienen el más grande impacto sobre el cumplimiento de la expectativa del cliente.

3. SELECCIÓN DE ELEMENTOS MEDIBLES.

Los elementos medibles son indicadores cuantificables de cómo los procesos se desempeñan o que tan efectivos son para cumplir las expectativas del cliente.
Los procesos medibles son mejor identificados por los empleados en sus procesos claves por ello deben ser incluidos en la lluvia de ideas para el analisis de los problemas.

Los resultados medibles son mediciones directas de expectativas de clientes internos y/o externos para alcanzar los objetivos de costo, calidad, seguridad y entrega oportuna del producto o servicio.
Antes de elegir los elementos medibles al QOS debemos estar seguros de que el elemento medible es:
De valor obvio: El elemento medible es de importancia vital para el desempeño de la organización.
Accionable: El elemento medible ayuda a elegir el curso de una o varias acciones.
Accesible: los datos del elemento medible son fácilmente accesibles.
Entendible: Cada elemento medible debe ser claramente comunicado. La explicación de cada elemento medible sea simple y de términos fácilmente entendibles.
Acordado: Involucra a los empleados conectados a las actividades que determinan el proceso.
Predecible: Los procesos medibles elegidos apropiadamente deberán predecir el desempeño futuro de resultados medibles.
Una vez que se han elegido sus elementos medibles se deben establecer metas para cada elemento medible.
Establecer las metas es una tarea difícil, por lo tanto se debe estar seguro que las metas son:

Agresivas pero alcanzables
Acordadas
Que beneficien claramente a la organización
Flexibles

4. SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA DE LOS ELEMENTOS MEDIBLES

Elección de equipo de trabajo para el Q.O.S.
Como mínimo conformado por un principal y campeones medibles.
Es imperativo que la persona principal del Q.O.S. sea un miembro de la administración. La persona principal es responsable de programar y conducir las reuniones de revisión del Q.O.S. así como de preparar la agenda de las juntas y minutas.
Los campeones medibles son responsables de conducir los equipos de solución de problemas fuera de las juntas de revisión del Q.O.S. y prepara las herramientas apropiadas para presentar los resultados en las juntas de revisión del Q.O.S.

Herramientas del Q.O.S.

- **Carta de tendencia y meta:** Muestra desempeño de un medible respecto al tiempo y la meta.
- **Herramienta de priorización:** Muestra datos agrupados por síntoma o causa en orden descendente (Diagrama de Pareto)
- **Herramienta para solucionar problemas:** Ayuda a resolver o aliviar problemas, encuentra causa raíz, acciones preventivas o correctivas.

- **Herramientas de datos respecto al Tiempo:** Acumula instancias u ocurrencias de eventos.

Para implementar y revisar las herramientas del Q.O.S. la organización deberá:

Rastrear su progreso hacia el cumplimiento de la meta.
Identificar áreas potenciales para mejora continua.
Identificar acciones específicas.
Verificar el éxito de las acciones de mejora.

5. PREDICIENDO EL FLUJO DE DESEMPEÑO.

Correlación de elementos medibles.
El último éxito del Q.O.S. depende de la habilidad de correlacionar los procesos medibles.
El resultado medible mide la habilidad para cumplir la expectativa del cliente. Si hay una alta correlación entre el proceso y los resultados medibles puede predecir o no si el proceso es capaz de cumplir las expectativas del cliente, si no es así deben ajustarse o mejorarse.

6. CONCIENTIZACION CONSTANTE DE LOS EMPLEADOS.

Hay que recordar que el trabajo en equipo es básico para llegar a resultados satisfactorios. La participación de los empleados en todos los niveles asegurará el éxito del Q.O.S.
Todos los empleados deberán estar conscientes de los elementos medibles que impactan el desempeño de la organización. En suma el papel de la administración es facultar a los equipos en la solución de problemas suministrando recursos (Personal, Equipo, Tiempo y Recursos Económicos) y remover obstáculos para la mejora continua.
Los empleados pueden:

Identificar y monitorear las expectativas del cliente.
Identificar los procesos claves y desarrollar los elementos medibles.

Para apoyar al Q.O.S. los empleados pueden:

Obtener datos de los medibles y apoyar la elaboración de las herramientas.
Llegar a ser un campeón medible.
Participar en los equipos que solucionen problemas.
Atender las juntas de revisión del Q.O.S.

7. MEJORAMIENTO CONTINUO DEL PROCESO.

Las juntas de revisión Q.O.S. forzarán al equipo a observar y entender la habilidad de sus procesos clave para cumplir las expectativas de los clientes. Si sus procesos clave no están cumpliendo con las expectativas del cliente, la

metodología Q.O.S. inicia un proceso de solución estructurado para permitir la identificación y eliminación de causas raíz de las ineficiencias del proceso.
Las acciones correctivas tomadas y subsecuentemente verificadas lo conducirán a mejorar:

- Procesos
- Niveles de Satisfacción del Cliente
- Resultados Económicos de la Organización

Conclusiones

El Q.O.S. es una planeación de calidad enfocada a todos los niveles de la organización para generar una prevención de productos que no alcancen las expectativas de nuestros clientes. Es extremadamente importante que todas las actividades sean planeadas, realizadas, supervisadas y evidenciadas para su posterior medición, ayudando con esto a la realización de reuniones de seguimiento del Q.O.S. para revisar y comparar los resultados obtenidos contra las expectativas de nuestro cliente para realizar (si es necesario) los ajustes necesarios.

El involucramiento de los empleados es vital pues ellos contribuyen mejoras en todos los procesos así como en la implementación de medidas preventivas eficaces para alcanzar los resultados esperados por el Q.O.S.

Referencias

1. WATSON, G.H., CONTI, T., KONDÖ, Y.: Quality into the 21st Century: Perspectives on quality and competitiveness for sustained performance. Milwaukee, Wis. : ASQ Quality Press, 2003. ISBN 0-87389-602-5
2. Manual Witness. Lanner Group
3. www.asq.org
4. www.omnex.com/misc/register.asp
5. www.qualsat.com/qualWeb2Lrg.swf

UTILIZACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS, PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE UNA CADENA DE TORTILLERÍAS.

F. Juárez Herrera[1], A. Acevedo Figueroa[2], M. A. Ramos Cornelio[3], K. Perales Damián[4]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala - juarezit9@telmexmail.com; [2]Instituto Tecnológico de Iguala - agustinacevedo086@gmail.com; [3]Instituto Tecnológico de Iguala - mayraaramoscornelio@gmail.com; [4]Instituto Tecnológico de Iguala - karinaperalesdamian@gmail.com.

***Área de participación**: Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen – En este artículo, se presentan los resultados de la investigación que se realizó en una cadena de tortillerías, ubicada en Iguala de la Independencia, Guerrero, México. Los esfuerzos de la investigación fueron dirigidos para conocer si era prudente aumentar sus ventas de tortillas al público del entorno, con solo aumentar una persona adicional a la cajera, para que se pudiera atender en menor tiempo a los clientes que acuden a la tortillería a comprar tortillas o masa. Se plantea como objetivo principal de este trabajo la aplicación de un modelo de líneas de espera a la cadena de tortillerías, que están ubicadas en la ciudad. Esta investigación consiste en la de conocer los parámetros que describen un modelo de líneas de espera de cada establecimiento.

Introducción

Todas las personas, y en estas estamos incluidos, en un momento de nuestra vida, hemos vivido la situación de llegar a un establecimiento y solicitar un servicio. El tipo de servicio, puede ser como pagar el servicio eléctrico, el servicio telefónico, comprar un boleto para la entrada al cine o pagar la cuenta en un centro comercial. Para los que hemos vivido una situación de espera, en la fila, en espera a ser atendidos, sabemos de la situación desagradable que se vive, el tiempo nos parece eterno. En algunos casos, valoramos la situación y se nos viene a la mente, de abandonar la fila de espera o permanecer en ella. En otros casos, no tenemos opción y somos cautivos de la empresa que nos brinda sus servicios.

Los administradores de las operaciones o de las empresas productores de bienes o servicios, han enfrentado este tipo de problema, y siempre están frente a la disyuntiva de como retener a los clientes, antes de que abandonen el establecimiento sin ser atendidos. Y en los casos cuando el cliente permanece en la fila, como hacer que la espera, no los desespere. Existen varias estrategias que se han implementado, desde aumentar más personal, como hacer adaptaciones a sus sistemas de servicios, o a sus instalaciones, tratando de que estas sean más confortables y agradables. Con ello, la empresa pretende retener a los clientes, y estos sean fieles al producto o servicio de este establecimiento.

En este proyecto, se brindó asesoría al administrador de una cadena de tortillerías, para conocer los parámetros de servicio ante los clientes, que acuden a comprar tortillas o masa a su establecimiento. El administrador tenía la percepción de que los clientes esperaban demasiado tiempo en cola, y que esto podría provocar que abandonaran la fila y acudieran a otro establecimiento cercano, ocasionando con ello que las ventas bajaran y por ende dar la impresión de que establecimiento era lento en brindar el servicio de venta de tortillas y masa.

Para dar respuesta a la inquietud del administrador, se contemplan varias etapas que se pueden ir abordando, conforme se resuelvan los primeros, que estos darán la pauta de seguir con las siguientes. Primeramente, sería la de conocer los parámetros de la línea de espera de las tortillerías, conociendo la eficiencia de servicio y el tiempo en que el cliente permanece en el negocio. La siguiente, sería aumentar las ventas a través de la venta de tortillas a domicilio. La tercera sería realizar el estudio de la capacidad del proceso, y evaluar la inversión de maquinaria adicional.

Los resultados de la presente investigación, contempla solo en conocer los parámetros de la línea de espera de seis establecimientos ubicadas en la ciudad de Iguala de la Independencia. Analizando si es necesario aumentar la capacidad de atención al cliente, con una persona adicional que ayude a la cajera, para que el cliente no abandone la cola.

Los objetivos planteados en este estudio son la de identificar los tipos de distribuciones de probabilidad de la tasa de llegadas, y la tasa de servicio. El segundo objetivo, es la de conocer la eficiencia de las estaciones de servicio. El último objetivo. Es la de determinar los parámetros que describen un sistema de líneas de espera en la tortillería.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La metodología que se aplica a este estudio, es la teoría de colas o modelos de líneas de espera. Este modelo, permite conocer el tiempo que un cliente permanece en el establecimiento, y el número de clientes que están en la cola. Para la aplicación de este modelo, es menester contar con información sobre la distribución de probabilidad de las llegadas de los clientes y la del tiempo de servicio en que se atiende al cliente. El soporte de estas distribuciones, tendrá lugar con el registro de clientes que llegan al establecimiento durante un día de trabajo y el registro de los tiempos en que la cajera da servicio al cliente.

Volúmenes de venta.

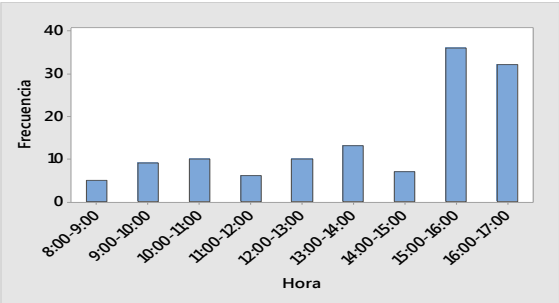
Se recopiló información en seis tortillerías, referente al volumen de ventas de los diferentes días de la semana. Con esto se identificaron los días con mayor demanda del servicio, ver tabla 1. Al contar con el día de mayor demanda, se contó con información suficiente, para calcular los parámetros. Los parámetros de entrada, son conocer la distribución de llegada y de servicio.

Tabla 1. Días con mayor venta en cada tortillería.

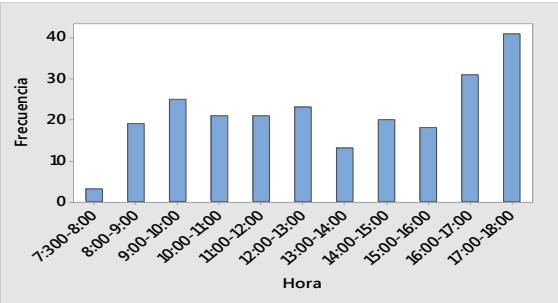
Tortillería	1	2	3	4	5	6
Día	Miércoles	Sábado	Domingo	Viernes	Viernes	Miércoles

Registro de llegadas.

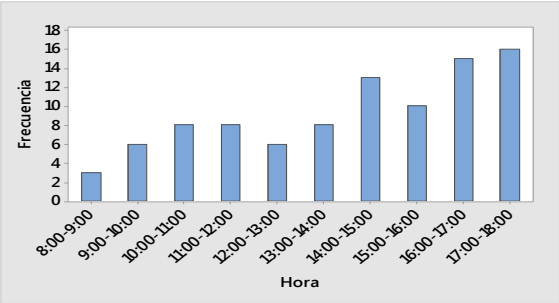
El registro de llegadas de los clientes a las tortillerías, se llevaron a cabo en diferentes horarios. El horario más temprano, fue a las 7:00 hrs., hora en que dio apertura el establecimiento, y la hora de cierre del establecimiento fue a las 18:00 hrs. En un formato de verificación, se registró la llegada de los clientes, siendo este registro en intervalos de cinco minutos. La concentración de llegadas por hora de las seis tortillerías, se muestra en la figura 1.



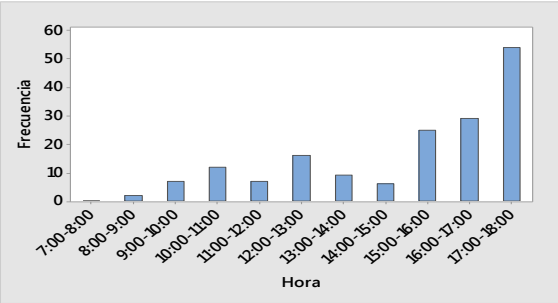
a) Tortillería 1



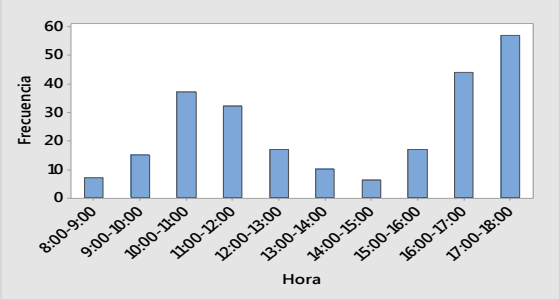
b) Tortillería 2



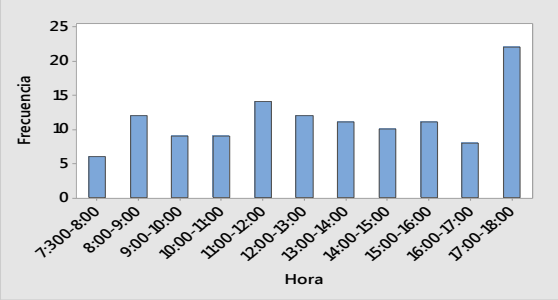
c) Tortillería 3



d) Tortillería 4



f) Tortillería 5

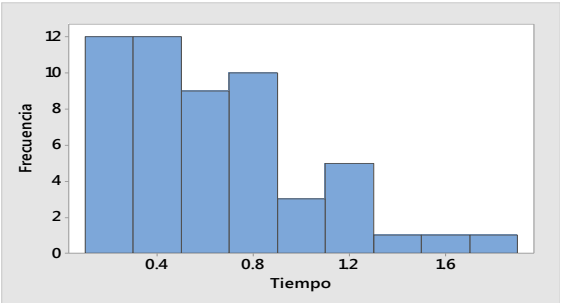


g) Tortillería 6

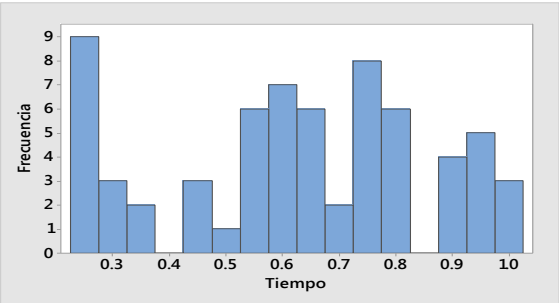
Figura 1. Tasa de llegadas de clientes al establecimiento.

Registro de toma de tiempo de servicio

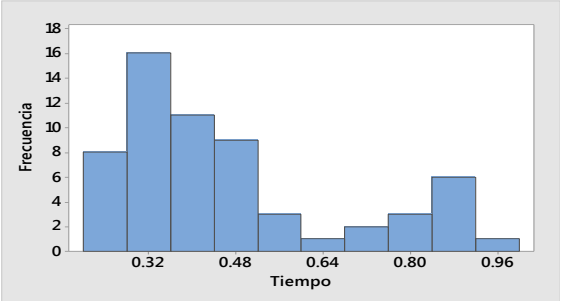
El registro de los tiempos de servicio, corresponde al horario de mayor demanda, con el propósito de tener suficiente información para realizar la prueba de bondad de ajuste. Los tiempos de servicio de cada tortillería, se muestran en la figura 2.



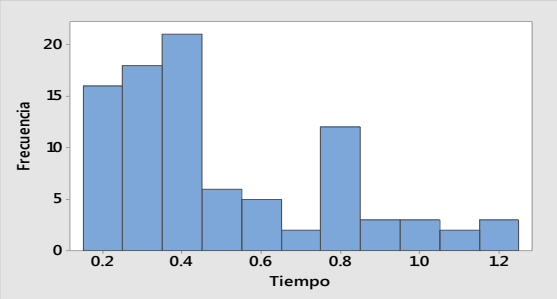
a) Tortillería 1



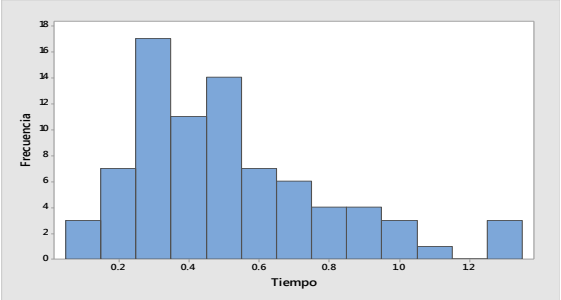
b) Tortillería 2



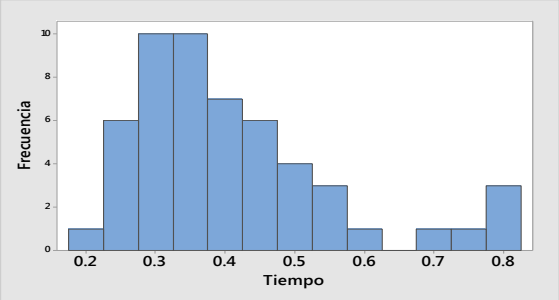
c) Tortillería 3



d) Tortillería 4



e) Tortillería 5



f) Tortillería 6

Figura 2. Tasa de servicio de atención a los clientes.

Prueba de bondad de ajuste para la tasa de llegadas.

Del registro de la tasa de llegadas mostradas en la figura 1, es sumamente necesario, conocer si esta tasa de llegadas obedece a una distribución de Poisson. La tabla 2, muestra el concentrado de clientes que arribaron al establecimiento cada cinco minutos, en la jornada laboral identificada con el día de mayores ventas.

Tabla 2. Número de clientes en cola en un intervalo de cinco minutos.

Tortillería	Clientes en cola									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Tortillería 1	33	24	16	9	3	3	3	0	0	91
Tortillería 2	11	20	29	35	10	1	0	1	0	107
Tortillería 3	28	58	11	3	1	0	0	0	0	101
Tortillería 4	40	32	15	11	3	5	2	1	2	111
Tortillería 5	17	13	12	7	6	1	0	1	0	57
Tortillería 6	10	77	12	3	2	0	1	0	0	105

La prueba de hipótesis de bondad de ajuste, se realiza con el software easyfit 5.5. (Anderson, y otros, 2008), da los pormenores de esta prueba. Los datos de la figura 3, nos muestra que existe evidencia suficiente para afirmar que los datos provienen de una distribución de Poisson.

Poisson [#4]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	7 0.57971 2				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

a) Tortillería 1

Poisson [#4]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	8 0.69149 1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

b) Tortillería 2

Poisson [#3]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	5 0.52096 1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

c) Tortillería 3

Poisson [#4]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	9 0.85669 1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

d) Tortillería 4

Poisson [#4]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	8 0.69149 1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

e) Tortillería 5

Poisson [#4]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	7 0.57971 2				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No

f) Tortillería 6

Figura 3. Estadísticos de la prueba de bondad de ajuste, para la tasa de llegadas.

Prueba de bondad de ajuste de la tasa de servicio.

La recopilación de datos, de los tiempos de servicio fue hecho en un intervalo de dos horas. Se desea conocer si los datos obtenidos de las tortillerías tienen una distribución de probabilidad normal. (Lind, y otros, 2008) y (Anderson, y otros 2008), ilustran el uso de la prueba de bondad de ajuste para el caso en que se tiene la hipótesis de que la población tiene una distribución normal. En este trabajo se muestra la aplicación de la prueba de bondad de ajuste con el software easyfit 5.5. En la figura 4, easyfit 5.5, arroja el resultado de la prueba. La prueba indica que cinco tortillerías tienen una distribución normal, hasta con un nivel de significancia del 10%. La tortillería 4, tiene una distribución de Erlang.

Normal [#40]					
Chi-cuadrado					
Grados de libertad Estadística Valor P Rango	4 4.2945 0.36762 39				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	5.9886	7.7794	9.4877	11.668	13.277
Rechazar?	No	No	No	No	No

a). Tortillería 1

Normal [#40]					
Chi-cuadrado					
Grados de libertad Estadística Valor P Rango	4 0.96836 0.91456 3				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	5.9886	7.7794	9.4877	11.668	13.277
Rechazar?	No	No	No	No	No

b). Tortillería 2

Normal [#40]					
Chi-cuadrado					
Grados de libertad Estadística Valor P Rango	4 7.2437 0.12356 34				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	5.9886	7.7794	9.4877	11.668	13.277
Rechazar?	Sí	No	No	No	No

c). Tortillería 3

Erlang [#7]					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra Estadística Rango	91 1.7783 29				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	Sí	No	No	No	No

d). Tortillería 4

Normal [#40]					
Chi-cuadrado					
Grados de libertad Estadística Valor P Rango	6 9.045 0.17106 37				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	8.5581	10.645	12.592	15.033	16.812
Rechazar?	Sí	No	No	No	No

e). Tortillería 5

Normal [#40]					
Chi-cuadrado					
Grados de libertad Estadística Valor P Rango	4 4.0145 0.40405 31				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	5.9886	7.7794	9.4877	11.668	13.277
Rechazar?	No	No	No	No	No

f). Tortillería 6

Figura 4. Estadísticos de la prueba de bondad de ajuste, para la tasa de servicio.

Resultados y Discusión.

Las distribuciones de tiempos de servicio reales con frecuencia se desvían bastante de la forma exponencial, por ello, es importante disponer de otros modelos de colas que usen otras distribuciones de probabilidad. Se han podido obtener algunos resultados útiles con algunos modelos (Hillier, y otros, 2010). Las tortillerías en estudio, no sería la excepción, pues esta corresponde a un sistema de líneas de espera, cuyo modelo corresponde a: un servidor, una cola, tasa de llegadas Poisson, tasa de servicio generalizado, población infinita (Eppen, y otros, 2000). Para el caso de la tortillería 4, sería el modelo: un servidor, una cola, tasa de llegadas Poisson, tasa de servicio Erlang, población infinita (Sasieni, y otros, 1982).

Los datos que describen, al sistema de las tortillerías, son los siguientes:

Tabla 3. Tasa de llegada y tasa de servicio de las tortillerías.

Tortillerias	Tasa de llegada (clientes/minuto)	Tasa de servicio (clientes/minuto)	Desviación estándar (minutos)	r
Tortillería 1	0.60	1.64	0.3820	
Tortillería 2	0.70	1.60	0.2304	
Tortillería 3	0.40	2.13	0.2075	
Tortillería 4	0.80	2.13		3
Tortillería 5	0.70	1.94	0.2816	
Tortillería 6	0.60	2.43	0.1514	

Los valores de los parámetros, de las líneas de espera son:

Tabla 4. Parámetros que describen el sistema de líneas de espera de las tortillerías.

Parámetro	Tortillería					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Prob. ocupado	P = 0.3897	P = 0.4382	P = 0.1879	P = 0.3763	P = 0.3605	P = 0.2469
Prob. no ocupado	P_0 = 0.6103	P_0 = 0.5618	P_0 = 0.8121	P_0 = 0.6237	P_0 = 0.6395	P_0 = 0.7531
Clientes en el sistema	L = 0.5571	L = 0.6322	L = 0.2139	L = 0.5277	L = 0.4924	L = 0.2929
Longitud de cola	Lq = 0.1674	Lq = 0.1940	Lq = 0.0260	Lq = 0.1514	Lq = 0.1320	Lq = 0.0460
Tiempo en sistema (min.)	T = 0.9285	T = 0. 9031	T = 0.5347	T = 0.6597	T = 0.7035	T = 0.4881
Tiempo en cola (min.)	Tq = 0.2791	Tq = 0.2772	Tq = 0.0649	Tq = 0.1893	Tq = 0.1885	Tq = 0.0766

En la jornada de un día, la persona que despacha las tortillas, están ocupadas entre 18.79% y 43.82%, es decir, si la jornada de trabajo es de 10 horas, solo 1.88 a 4.38 horas realmente desempeña su trabajo de atención al cliente. El cliente

espera en la cola, entre 0.0649 y 0.2791 minutos. Permaneciendo en el establecimiento entre entre 0.4881 y 0.9285 minutos.

Conclusiones

En la realización de este trabajo, se aplicó la metodología estadística de prueba de bondad de ajuste para distribución de probabilidad y la metodología de teoría de colas. Se hizo uso del modelo de líneas de espera con tasa de llegadas Poisson y tasa de servicio generalizado y de Erlang. Para comprobar el tipo de distribución de la tasa de llegadas y de servicio, se realizó la toma de tiempos en seis tortillerías ubicadas en la ciudad de Iguala de la Independencia, corroborando que la tasa de servicio no son exponenciales y se aproximan más a una distribución normal y de Erlang.

Se le dio a conocer al dueño de la cadena de las tortillerías, que su personal no requería de otra persona adicional que la ayudara en la atención al cliente, debido a que la actividad se volvía crítica solo en horarios de mayor demanda. El factor de utilización de las personas que atienden es de 18.79% a 43.82%, y el tiempo restante de la jornada de trabajo no da servicio al cliente. En relación al cliente, este solo permanece 0.4881 a 0.9285 minutos en el establecimiento.

Agradecimientos.

Agradecemos a la cadena de tortillerías que brindó sus instalaciones, y al grupo de personas que formaron parte de este proyecto para la recabación de la información y culminar con este proyecto.

Referencias

1. Anderson, David R., Sweeney, Dennis J. y Williams, Thomas A. *Estadística para administración y economía.* 10ª ed. México: Cengage Learning, 2008.
2. Eppen, G. D. y Otros. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. 5ª ed. México: Prentice-Hall, 2000.
3. Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald J. *Introducción a la investigación de operaciones*. 9ª ed. México: McGraw-Hill, 2010.
4. Lind, Douglas A., Marchal, William G. y Wathen, Samuel, A. *Estadística aplicada a los negocios y la economía.* 13ª ed. México: McGraw-Hill, 2008.
5. Sasieni, Maurice, Yaspan, Arthur y Friedman, Lawrence. *Investigación de Operaciones*.1a ed. México: Limusa, 1982.

ANÁLISIS DE LAS AUDITORÍAS DE SERVICIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA

Sofía Castrejón Pérez[1], Francisco Juárez Herrera[1], Víctor A. Monreal Domínguez[2], María Fernanda Gutiérrez Martínez[3]

[1]Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala –sofia.castrejon@itiguala.edu.mx, francisco.juarez@itiguala.edu.mx [2]Departamento Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Iguala – v_am_d@hotmail.com [3]Alumna de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco, esquina Periférico Norte, Col. Adolfo López Mateos Infonavit. Iguala de la Independencia Guerrero, México – fer_mfgm15@hotmail.com

***Área de participación**: Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen

Las auditorias de servicio tienen como propósito el evaluar en forma sistemática, los servicios que ofrece el Instituto Tecnológico en relación con las expectativas del cliente, aplicado a todas las áreas de servicio en la Institución.

Se evalúan los siguientes servicios:

- Centro de Cómputo
- Centro de Información
- Servicios Escolares
- Coordinación de carreras
- Recursos Financieros
- Servicio Social
- Residencias Profesionales

El instrumento que se utilizó para poder analizar la información numérica fue la herramienta del “semáforo”, cuya interpretación se realizó acorde a la escala siguiente:

Verde= Bueno
Amarillo= Aceptable
Rojo= Deficiente

Para el análisis de los datos de las Auditorías de Servicio se utilizaron las siguientes herramientas básicas de calidad (Gutiérrez y De la vara, 2009):

- Hoja de Verificación
- Histograma

La técnica utilizada para identificar la causa raíz de la problemática detectada en las encuestas de servicio fue la de los “5 Por qué” (Morales, 2014), la cual permitió definir el origen del problema que provoca que no se obtengan los resultados esperados en cada uno de los servicios, así como detectar las áreas de oportunidad para definir e implementar la estrategia de mejora.

Una vez que se identificó la causa raíz del problema, se definieron acciones correctivas para reducirlo y/o eliminarlo, de igual forma proponer las acciones preventivas con la finalidad de evitar que se vuelva a repetir. Con lo anterior se asegura que los servicios enmarcados en el Sistema de Gestión de Calidad de este plantel (Instituto Tecnológico de Iguala, 2011), estén funcionando de acuerdo a la norma ISO 9001:2008.

Introducción

La calidad en el servicio es un tema de suma importancia para cualquier empresa, sobre todo para el cliente; quien representa el elemento más importante de toda organización ya sea de bienes o servicios.
En las instituciones de servicio, puede considerarse como una metodología orientada al cliente y que en la mayoría de ellas se implementa para dar una mejor atención; considerando aspectos como:

- Comunicación
- Competencia
- Cortesía
- Credibilidad
- Confiabilidad
- Velocidad de respuesta
- Seguridad
- Entender / conocer al cliente

En el Instituto Tecnológico de Iguala se busca ofrecer servicios de calidad a través de la mejora continua permitiendo que servicios que se proporcionan cumplan con los indicadores de calidad establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad, tales servicios son:

- Centro de Cómputo
- Centro de Información
- Servicios Escolares
- Coordinación de carreras
- Recursos Financieros
- Servicio Social
- Residencias Profesionales

Para poder evaluar el grado de los indicadores, es necesario realizar auditorías de servicio de acuerdo al plan de trabajo del comité de calidad.

Una vez que se procesa la información de las encuestas, se puede determinar el grado de satisfacción del cliente (alumno), con lo que podrá realizarse un análisis que permita saber el cumplimiento de los indicadores establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad, para que a su vez la institución defina e implemente acciones que conlleven a cumplir con las expectativas de nuestros clientes.

Fundamento Teórico

De acuerdo a la evolución que ha tenido la calidad, se ha definido como:

- ✓ Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
- ✓ Cumplimiento de los requisitos.
- ✓ Adecuación al uso del cliente.
- ✓ Satisfacción de las expectativas del cliente.
- ✓ Satisfacción del cliente.
- ✓ Resultado de lo que el cliente quiere y lo que se le ofrece.

De lo anterior se observa que el cliente es el principal objetivo y en lo referente a la calidad se trata de llegar a satisfacer sus expectativas y necesidades cumpliendo todos sus requisitos.

La calidad en el servicio se orienta principalmente al cliente, por lo que las organizaciones y empresas implementan metodologías que permitan asegurar que los procesos que en ellas se realizan cumplan con los requisitos de alguna norma que conlleve al cumplimiento de los requisitos estipulados por el cliente, los cuales se visualizan en el contrato con el alumno, documento que se incluye en el sistema de gestión de calidad.

El Sistema de Gestión de Calidad que se tiene implementado en el Instituto Tecnológico de Iguala está enfocado a procesos los cuales se orientan a lograr la satisfacción del cliente, en este caso el alumno, para ello se hace necesario hacer evaluaciones periódicas que arrojen información sobre el funcionamiento adecuado del mismo, con la finalidad de asegurar que los procesos funcionan apropiadamente.

Existen diversas formas de evaluar el funcionamiento del Sistema de Gestión de Calidad, entre las cuales pueden citarse:

a) Auditorías internas: realizadas por auditores internos de la misma institución.
b) Auditorías externas: efectuadas por auditores externos a la institución.
c) Auditorías de servicio: enfocadas a evaluar la forma en que se presta el servicio otorgado.
d) Buzón de quejas y sugerencias: en donde a través de formatos impresos se capta información sobre la percepción del cliente sobre el servicio que se le brinda en el plantel.

Esta investigación se enfoca únicamente al análisis de los resultados obtenidos en las encuestas de servicios, mismas que con el apoyo de las herramientas estadísticas permitieron identificar los problemas que se presentan con mayor incidencia en los servicios que presta la institución.

Resultados y Discusión

En el análisis efectuado se consideraron los resultados de las encuestas que se aplicaron durante el periodo noviembre 2008 a mayo 2014 en los 7 distintos servicios, lo anterior es debido a que a partir de esa fecha se implementa el Sistema de Gestión de Calidad en el Instituto Tecnológico de Iguala.

Es necesario que antes de implementar cualquier acción (correctiva o de mejora) se realicen reuniones con el Comité de Calidad del plantel para informar los resultados obtenidos de la auditoría de servicios con la finalidad de que cada área involucrada analice y plantee soluciones que den respuesta a la reducción y/o eliminación del problema (ver Tabla 1).

Tabla 1. Promedios obtenidos por servicio auditado.

MEDIA GENERAL POR SERVICIO										
	NOV 2008	OCT 2009	NOV 2010	MAYO 2011	OCT 2011	JUN 2012	OCT 2012	MAYO 2013	NOV 2013	MAYO 2014
CENTRO DE CÓMPUTO	2,66	2,99	2,93	2,50	2,92	3,09	3,13	3,05	3,02	2,86
CENTRO DE INFORMACIÓN	3,12	3,28	3,41	3,53	3,35	3,77	3,31	3,26	3,43	3,84
SERVICIOS ESCOLARES	3,37	3,47	3,55	3,48	3,35	3,83	3,31	3,58	3,61	3,68
COORDINACIÓN DE CARRERAS	3,50	3,51	3,61	3,62	3,51	3,66	3,14	3,35	3,45	3,66
RECURSOS FINANCIEROS	3,64	3,37	3,66	3,74	3,57	3,81	3,74	3,70	3,49	3,87
SERVICIO SOCIAL	3,06	4,14	4,67	-	4,48	4,89	4,46	4,72	4,11	4,52
RESIDENCIAS PROFESIONALES	3,79	-	4,63	-	4,47	4,42	4,45	4,68	4,30	4,19
TOTAL	3,31	3,46	3,78	3,37	3,66	3,92	3,65	3,76	3,63	3,80

Es importante señalar, que para el caso de los servicios que presenten bajo nivel de desempeño, tendrán que definir e implementar acciones que a corto plazo permitan
elevar el nivel de aceptación por parte del cliente. Para las actividades propuestas por las áreas de servicio involucradas tendrá que efectuarse el seguimiento correspondiente de acuerdo a su planeación y el personal encargado de efectuarlo será el grupo auditor en conjunto con el responsable de dichas área.

Cabe señalar que como resultado de estas auditorías, se han detectado servicios con altos niveles de desempeño, siendo responsabilidad del departamento implicado la definición e implementación de proyectos de mejora para que con ello se mejore la atención al cliente para mantener y/o elevar dicho desempeño; lo que permite la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad del Instituto Tecnológico de Iguala.

Es importante mencionar del análisis desarrollado de las encuestas y las acciones propuestas por las áreas involucradas, se desprende la importancia de implementar estrategias que contribuyan a elevar la satisfacción del cliente. Entre las acciones que la organización ha aplicado recaen principalmente en cambios

actitudinales; impartición de cursos de capacitación para asegurar que el personal adquiera las competencias necesarias para el puesto que desempeña.

Conclusiones

Uno de los objetivos principales de las Auditorías de Servicio es conocer el grado de satisfacción del cliente, es decir; lo que realmente espera del servicio que reciben y las expectativas que estos tienen.

Cuando se llevan a cabo las Auditorías generalmente solo se presta atención a los indicadores del Sistema de Gestión de Calidad; es decir a los resultados numéricos, pero ¿qué sucede con los comentarios que el cliente expresa de forma escrita?.

Al analizar la información plasmada en los comentarios del cliente, en la mayoría de las veces nos ha permitido identificar el problema que se suscita en cada uno de los servicios. Además de conocer algunas quejas, sugerencias y recomendaciones que plantea el cliente con la finalidad de que el servicio que se le proporciona sea de calidad (de acuerdo a su percepción). Dando prioridad a aquellos servicios con bajo índice de desempeño y exhortando a aquellas áreas de servicio con buena aceptación a continuar esforzándose para mantener o elevar sus resultados mediante proyectos de mejora.

Se puede concluir que con acciones muy sencillas y que no requieren de mayor proyección, se puede llegar a mejorar el servicio de manera gradual, “Acciones sencillas traen grandes beneficios y mejoras sustantivas en la calidad”.

Referencias

1. Gutiérrez Pulido, Humberto y De la vara Salazar, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. 2a Ed. México: McGraw Hill, 2009.
2. Morales Ramirez, José Iván. 2014. 5consultores.com. [En línea] 25 de Junio de 2014. [Citado el: 17 de Enero de 2015.] http://www.5consultores.com/wp-content/uploads/2014/06/WP-T%C3%A9cnicas-Resoluci%C3%B3n-de-Problemas-5-Por-Qu%C3%A9.pdf.
3. Instituto Tecnológico de Iguala, *Sistema de Gestión de Calidad***,** 513-MC-01, Revisión1, Guerrero: Instituto Tecnológico de Iguala, 2011.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA EN EL ÁREA DE DIBUJO DEL ITI.

J.Hernández-Santana[1], M.A. Rodríguez- Mejía[2], J.A. Rodríguez-Telíz[3], and Y. Bahena-Rivera[4]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala, carretera Nacional Iguala-Taxco Esquina periférico norte s/n– hersan64@hotmail.com;[2]mojalito17@hotmail.com;[3]cheteliz@gmail.com;[4] yair.b.r@hotmail.com

***Área de participación**: Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen — Sabiendo que la Ingeniería de manufactura está relacionada con la planeación de los procesos y prepara la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico dentro de cada empresa o institución determinada, la realización de este trabajo muestra el proceso que se llevó a cabo en la modificación de un restirador para adaptarlo a las necesidades de los alumnos siendo confortable y como consecuencia aumentando la productividad de estos en el aula, dado que es posible adaptarlo a las necesidades de cualquier persona. En los resultados se observa que tanto puede hacer la función de restirador o en su defecto como mesa de trabajo.

Introducción.

El Instituto Tecnológico de Iguala, es una Institución educativa que imparte varias carreras de ingeniería, las cuales son: Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Informática e Ingeniería Industrial.

Las instalaciones del ITI cuentan con un aula de dibujo industrial, equipada con restiradores y bancos para satisfacer las necesidades de los alumnos de la materia de dibujo que se imparte en la carrera de Ingeniería Industrial. Pese a que el aula es de uso exclusivo para la clase de dibujo, también es utilizada por otros alumnos de dicha institución ajenos a esta especialidad.

La investigación es del tipo cualitativo y cuantitativo, ya que evaluaremos el desempeño y uso de los restiradores, así como la satisfacción actual con la que este cuente con respecto a su uso, se desea conocer el comportamiento de los alumnos al utilizar el restirador. El primer impacto que tiene el alumno, es cuando llega al aula a hacer uso de los restiradores que ahí se encuentran. El alumno al sentarse tiene una mala o buena posición según la estatura que este tenga, tener una comodidad al realizar sus trabajos, que dichos restiradores sean capaz de adaptarse al alumno, hacer que el restirador pueda convertirse en mesa para su optima utilización.

Se opta por analizar la operación de utilización del restirador por los alumnos, de manera específica, que tan confortable es utilizar el restirador sin antes haber sido modificado. Se realiza la revisión de trabajos relacionados con la temática de la presente investigación en otras escuelas o empresas especializadas en modificación.

Para ello, es necesario identificar el modelo de restirador adecuado a modificar, y poder responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la mejor altura que debe tener un restirador?, ¿Cuánto tiempo es utilizado un restirador con esas condiciones?, ¿Cuánto tiempo permanece el alumno sentado cómodamente en un restirador de ese tipo?, ¿Puede mejorarse el restirador para proporcionar un mejor confort a los alumnos?

El problema radica en que hay una gran variedad de alumnos que hacen uso del aula, desde los alumnos de Ingeniería Industrial que usan el aula para satisfacer sus necesidades de dibujo manual, técnico o digital, hasta alumnos ajenos a la carrera usándola como un aula más, es por ello la necesidad de modificar de manera adecuada uno de los restiradores que están almacenados en el instituto y así poder adaptarlo a los criterios de los alumnos.
En la actualidad para poder ser competitivo es necesario innovar o mejorar nuestros productos. En nuestro caso mejoramos un restirador, adaptándolo de tal manera que pueda ser usado por personas de estatura altas como bajas. Buscamos mejorar el problema previamente mencionado tanto en la estructura por los motivos que ya se mencionaron como también en algunos puntos que hagan que el alumno realice sus trabajos más cómodamente.
Se realizó un sondeo para conocer las distintas estaturas de los alumnos y así darle la estatura adecuada a dicho restirador, recordemos que una persona que se siente cómoda con su área de trabajo usualmente es más productiva.
El restirador se adapta al alumno y a su vez tiene la función de convertirse en mesa si así lo requiere el alumno. También puede poner a gusto la inclinación del restirador ya que este es movible, lo que brinda más comodidad a quien haga uso de este.
Según los cálculos obtenidos con la información recolectada las estaturas de los alumnos que hacen uso del restirador varía mucho, por lo que no es lo mismo que una persona de alta o baja estatura use de una misma manera el restirador.

Metodología.

Para desarrollar la investigación se ocupó un instrumento de evaluación como lo es el cuestionario dirigido a los alumnos (Figura 1). Esos cuestionarios se realizaron de manera simultánea, debido a que sin el conocimiento de esta información retrasaríamos nuestro trabajo, puesto que no se puede pasar a la siguiente actividad. Se inició con el cuestionario, y después de este se procedió a diseñar un restirador según las exigencias que el alumno solicitaba.

Recopilación de datos

Encuesta

1. **¿Cada cuánto utiliza el aula de dibujo industrial?**
   R.

2. **¿Es cómoda su estancia en el aula?**
   R.

3. **¿Qué modificaría en un restirador?**
   R.

4. **¿Cuál es su estatura?**
   R,

Figura 1. Cuestionario **de inicio.**

La información que se necesitó para poder llevar a cabo la investigación, fue primeramente conocer cómo funciona un restirador, esta actividad se conoció, al ir de manera presencial al aula de dibujo industrial.
Para analizar la actividad de utilización del restirador, de ergonomía del alumno, utilizamos la estatura promedio de los alumnos que utilizan los restiradores y si su utilización es lo bastante cómoda para ellos. Para conocer cuánto cuesta la mala utilización del restirador, por estar mal sentados o simplemente mal acomodado, esta se consigue, preguntando al alumno directamente a través de una entrevista.

Se analizaron dos tipos de poblaciones, tratando con ello describir el comportamiento del servicio que se le brinda al cliente. Las poblaciones son:

1. Alumnos de Ingeniería Industrial. Son las personas que acuden al aula para tomar la clase de dibujo industrial, que consiste en la utilización del restirador principalmente, la población es según hayan sido las inscripciones de alumnos para la carrera de Ingeniería Industrial.
2. Alumnos ajenos a la carrera. Son las personas que no pertenecen a la clase de dibujo industrial, más sin embargo hacen uso del aula, ya sea para clases de inglés o simplemente para realizar algún trabajo.

El tiempo de utilización que tiene un restirador, está directamente relacionado con el número de materias que se imparten en dicha aula.
El único estrato que puede clasificarse en los alumnos, es de que si este es de alta o baja estatura, para las personas que tienen una estatura alta les resulta un poco favorable trabajar con ese tipo de restirador, mas sin embargo el banco donde uno se sienta no está adaptado a su estatura, provocando que el alumno se sienta incomodo a la hora de realizar sus dibujos o trabajos en general. Mientras que para las personas de baja estatura la altura tanto del restirador como del banco no son favorables, dado que no pueden realizar sus trabajos y actividades cómodamente.

Para medir las llegadas y tiempos en que se utilizan los restiradores, la muestra fue elegida por intervalo de tiempo, desconociendo la cantidad de alumnos que acudirán en dicho intervalo. La elección del intervalo de tiempo, se realizó en los días de mayor demanda de la utilización de los restiradores, y en el horario que existe mayor número de alumnos en el aula.

Se visualizaron tres formatos para la recolección de la información. La primera fue la utilización de las herramientas básicas de la calidad así como la utilización de herramientas estadísticas: diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, graficas de control, histogramas etc.

Conclusiones.

Con todos los datos recolectados (Grafico 1.1), el equipo tomo la decisión de que el restirador tuviera una altura máxima de 1.20 m y una mínima de 78 cm, ¿Por qué una altura máxima y una mínima? Es por el hecho de que el restirador podrá convertirse en mesa si el alumno así lo requiere, también contará con una base que tendrá las medidas de 122 x 93 cm. Ver Figura 2.

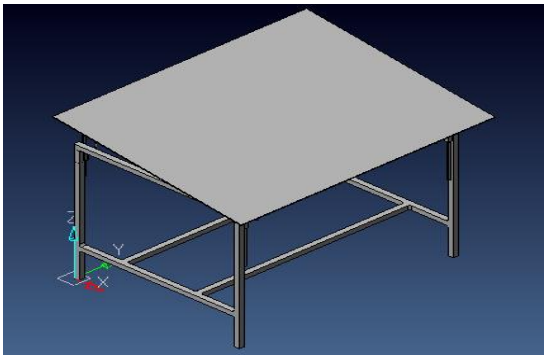


Figura 2. Restirador implementado

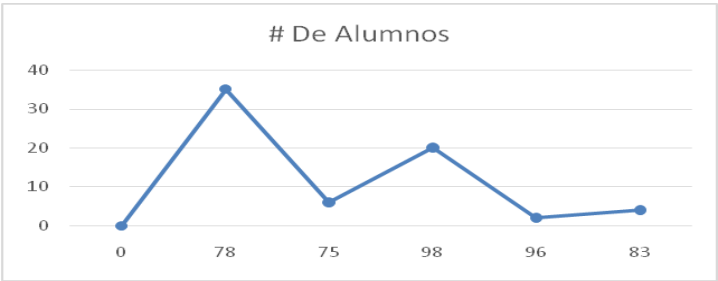


Grafico 1.1 Altura del suelo a la cintura sentado

Costos de producción

Innovar un restirador nos cuesta $645, el ¿Porqué? esta explicado en Figura 3

Material	Cantidad	Precio $
Tubo 1pulgada	1	65
tubo 1/2 pulgada	1	40
abrazaderas	2	6
Fierro cuadrado	4	50
Tubo cuadrado	4	40
Tornillos	4	12
soldaduras	1 k	45
pegamento de contacto	21 ml	30
thinner	1/2 LT	13
Esmalte azul	1/2 LT	61
Disco desbaste metal	41/2	25
tabla	120 x 92	200
lija	1	13
costilla	2.5 M	45
	Total	$645

Figura 3. Tabla de costos

El resultado final de nuestra investigación fue un restirador con una buena estatura y que puede ser adaptado a mesa si el alumno así lo necesita. Ver figura 4 y Figura 5.

Figura 4. Usando la inclinación del restirador

Figura 5. Usando el restirador como mesa sin inclinación.

Con base a todos los datos obtenidos para darle una altura adecuada al restirador, con los datos que nos fueron proporcionados por los alumnos que acudían al aula a ser uso de los restiradores que ahí se encontraban, obtuvimos los siguientes resultados: Los restiradores con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Iguala no cuentan con una altura adecuada para los alumnos. Con los resultados que obtuvimos de las entrevistas y de calcular cual sería la altura adecuada para los alumnos, nos dio como resultado que, la altura adecuada sería: parte delantera tendrá una altura de 90 cm y en la parte trasera de 120cm.

Con los resultados que obtuvimos al momento de aplicar las encuestas, nos dimos cuenta que el alumno no se siente cómodo al realizar sus trabajos por la altura de los restiradores, hay alumnos que prefieren ir a la biblioteca a realizar sus dibujos industriales o cualquier otro trabajo. En promedio hay un poco menos de 3 alumnos que se sienten cómodos al trabajar en los restiradores.

Referencias.

1. Ordóñez, R. (s.f.). *Cambio, Creatividad e Innovación.* management.

www.itiguala.edu.mx/

2. sii.itiguala.edu.mx/

http://es.wikipedia.org/wiki/Adaptaci%C3%B3n

MATERIAL DIDACTICO Y CAPACITACION DE METODOLOGIA KAIZEN

L. M. Garcia Herrera [1] y J. C. Kido Miranda [2]
[1] Instituto Tecnológico de Iguala – manuel_91_10@hotmail.com; [2] Instituto Tecnológico de iguala – kidojuancarlos@hotmail.com

Área de participación: mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.

Resumen – A continuación, se da a conocer el resultado de la implementación y estandarización del sistema Kaizen para su autonomía, el sistema de sugerencias Kaizen funciona como una parte integral de la mejora continua dirigida a todo el personal que labora en la planta. Este programa de sugerencias Kaizen mantiene su éxito gracias a la forma en la que se vende una idea internamente. El presente proyecto fue llevado a cabo en municipio de Ayala perteneciente al Estado de Morelos en la empresa Continental Automotive Mexicana S.A de C.V. La base elemental era la capacitación del personal sobre el uso y aprendizaje del sistema Kaizen para concluir con el proceso de una idea, ya que algunos no la culminaban, el proceso se dividía en tres fases autorización, implementación, visto bueno.

Introducción

Hoy en día unas de las opciones para las empresas para que mejoren sus productos y/o procesos es la utilización de la mejora continua, logrando con ella una mejor calidad con ideas pequeñas y cambios constantes que se ven reflejados con gran impacto en la reducción de costos, tiempos de producción y estandarización de procesos.

El presente proyecto se llevo a cabo para la capacitación de la metodología Kaizen y se obtenga un conocimiento amplio en dicho sistema para que cualquier personal que labore en la empresa sin importar su área de trabajo pueda concluir sus ideas propuestas hasta un Vo.Bo. y hacerse autónomo en dicho sistema.

El propósito primordial es hacer énfasis en los beneficios de elevar el estado de ánimo mediante la participación positiva de los operadores, los gerentes y supervisores inspiran y motivan a su personal a suministrar sugerencias, sin importar lo pequeñas que sean. La meta primaria de este sistema es desarrollar operadores con mentalidad Kaizen.

El proyecto tuvo varias etapas que se determinaron conforme la situación en que se presentara la capacitación ya fuese para nuevos ingresos o personal que ya laboraba en la empresa.

El resultado final es estandarizar la metodología de Kaizen para lograr su autonomía y aprendizaje en el uso del sistema para registrar e implementar las ideas de mejora, así como el monitoreo del estatus de las mismas en dicho sistema al finalizar el año para saber si se cumple la meta y proponer metas nuevas para el siguiente ciclo.

Fundamento teórico

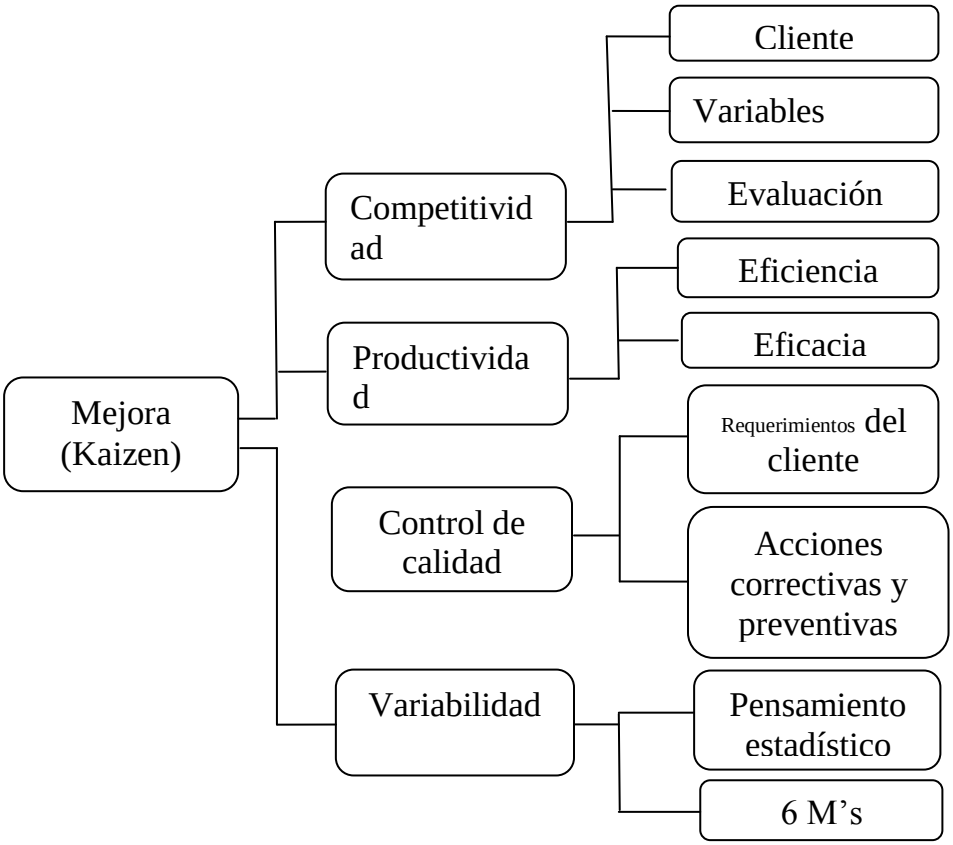
Al hacer Kaizen los trabajadores van ir mejorando los estándares de la empresa y al hacerlo podrán llegar a tener estándares de muy alto nivel y alcanzar los objetivos de la empresa. Es por esto que es importante que los estándares nuevos creados por mejoras o modificaciones sean analizados y contemplen siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa.

Cuáles son las herramientas más utilizadas en Kaizen? (Bodek, 2010)

- Ishikawa
- Gráfica de Control
- Dispersión
- Pareto
- Histograma

Mejora significa la creación organizada de una idea (cambio) ventajosa, que se vea reflejado en una máxima productividad o bien en la reducción del ciclo de un proceso, poniendo en alto la calidad del o los resultados. (Juran, 1990)

Según, (Gutierrez, 2004):



Un Kaizen No siempre es una inversión, podemos manipular objetos o usar cosas de rehusó y;

- Adaptar
- Modificar
- Agrandar
- Disminuir
- Sustituir
- Reordenar
- Eliminar

Resultados y Discusión

1. El objetivo del evento será finalizar cada idea Kaizen con un Vo.Bo., para que la empresa vea reflejado los cambios y resultados de los procesos al ir eliminando los desperdicios y sus problemas de raíz en las áreas aplicadas.

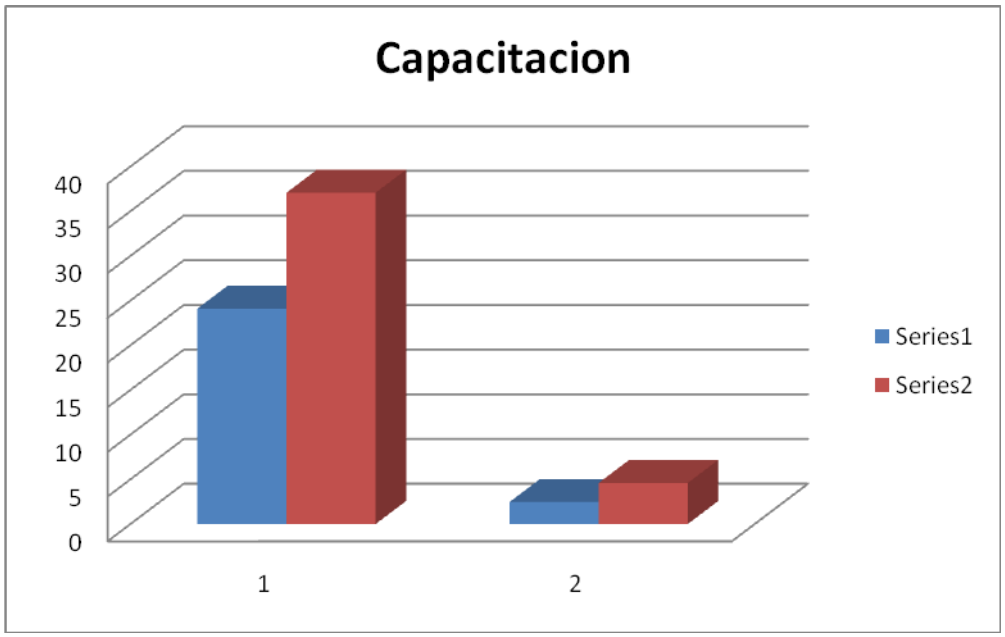
2. Se capacito el 100% del personal de ingeniería industrial (oficinas y mantenimiento de edificios)

Beneficios cualitativos.

- Trabajo en equipo.
- Personal motivado.
- Autonomía en el sistema de sugerencias Kaizen.
- Seguimiento autónomo del personal en sus ideas implementadas.
- Monitoreo de resultados individuales.

Beneficios cuantitativos.

- Aumento en el personal capacitado 2.45 a 4.59 (Fig. 2)
- Aumento en el personal capacitado 24.1 a 37.07 (Fig. 2)



Resultados de Capacitación Fig. 2

3. Con la mejoras realizadas con impacto de ahorros y ESH (ergonomía, reducción de residuos peligrosos, reducción de accidentes / incidentes) se logro eliminar algunos desperdicios con un equivalente a un 20%, lo cual representa una reducción de costos asegurando la calidad de los productos satisfaciendo la necesidad del cliente, así como asegurando las áreas de trabajo y un aumento en la eficiencia de los recursos (maquinaria, empleados) a un 80% y disminución de defectos.

Conclusiones

INDIVIDUAL

1. Con la capacitación se busco crear en el trabajador (operario y/o administrativo) una actitud positiva hacia el cambio y mejoramiento, generando un ambiente de confianza donde se delegan responsabilidades y hay una comunicación abierta (autonomía en el sistema).

GRUPAL

2. Se es más fácil identificar las áreas del problema, así como sus causas, las analizan, ensayan nuevas medidas preventivas y establece nuevos estándares (procedimientos, trabajo en equipo).

3. Conocer la metodología Kaizen ayuda a romper las barreras de comunicación entre los departamentos y además, es una estrategia que se puede mantener a lo largo del tiempo, ayuda a eliminar el desperdicio (son las causas que provocan que el producto no satisfaga las necesidades del cliente), eso hace que las personas se vean envueltas en encontrar, analizar y solucionar.

4. Se encontró que la metodología Kaizen es acompañada de cuatro normas:

- Está orientado a la administración, instalaciones, en forma grupal o individual
- Significa mejoramiento en pequeños pasos.
- Necesita tiempo.
- Cada paso es a su debido tiempo.

5. La capacitación hace que desarrollen la credibilidad y creatividad en las personas, estas son ahora capaces de lograr los objetivos que se propongan, y por lo tanto conlleva una recompensa.

Bibliografía

1. Bodek, N. (26 de marzo de 2010). *Wikipedia.* Recuperado el 15 de enero de 2015, de http://www.manufacturainteligente.com/kaizen/
2. Evans, J. (2005). *Administracion y control de la calidad.* Mexico: Thomson Editores S.A de S.V.
3. Gutierrez, H. (2004). *Control estadistico de calidad y seis sigma.* Mexico: McGraw-Hill.
4. Juran, J. (1990). *Juran y el liderazgo para la calidad.* Madrid: Diaz de santos, S.A.
5. Meredith, J. (1999). *Administracion de operaciones.* mexico: luminosa, S.A deC.V.
6. Stephens, K. (2005). *Metodo de control de calidad.* mexico: Continental.

MEJORAMIENTO DEL PROCESO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE UNA MÁQUINA INSERTADORA DE MEMBRANAS

J.Hernández-Santana[1], M.A. Rodríguez- Mejía[2], and D. Jaimes-García[3]

[1]Instituto Tecnológico de Iguala, carretera Nacional Iguala-Taxco Esquina periférico norte s/n– hersan64@hotmail.com;[2]mojalito17@hotmail.com;[3] davidt_11@live.com,[4]

***Área de participación**: Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen — La realización de este trabajo muestra la forma de eficientar el proceso de una máquina insertadora de membranas, utilizando la metodología basada en el Sistema de Gestión de la Calidad. Con esta implementación se logra alcanzar una eficiencia estable para la productividad de esta máquina.

Introducción.

Este proyecto se basa en la eficiencia en una estación de producción, se utiliza la metodología Japonesa Lean Manufacturing, la cual cuenta con herramientas de gran impacto en cuanto a resultados de la identificación de la raíz de un problema y las indicadas para poder desarrollar inconvenientes como desperdicio de materia prima, mejora de la calidad del producto y sobre todo reducción de costo y tiempo de producción.

Mediante el seguimiento y estudio del proceso que se realizó en la estación de trabajo se reduce en gran medida la falla por desfasamiento de membrana cuadrada y circular que son las dos membranas que adhiere está máquina en su proceso.
La aplicación de herramientas dentro de esta metodología utilizada fueron los procesos continuos de análisis llamados kaizen.

Metodología.

Con la implementación de Kaizen se obtiene los estándares necesarios para que la máquina en cuestión cumpla con su objetivo de incrementar su eficiencia, esta metodología como bien sabemos es significado de mejora continua.
Continuando con la metodología de Lean Manufacturing, los principios clave son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.

- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

Esta metodología se compone de varias herramientas como son Ishikawa, Paretos, Gráfica de dispersión e Histogramas que nos permiten analizar variables y sobre todo críticas del proceso de producción, de esta manera los trabajadores mejoran los estándares de productividad en la máquina y al hacerlo podrán llegar a tener estándares de muy alto nivel y alcanzar los objetivos de la empresa.

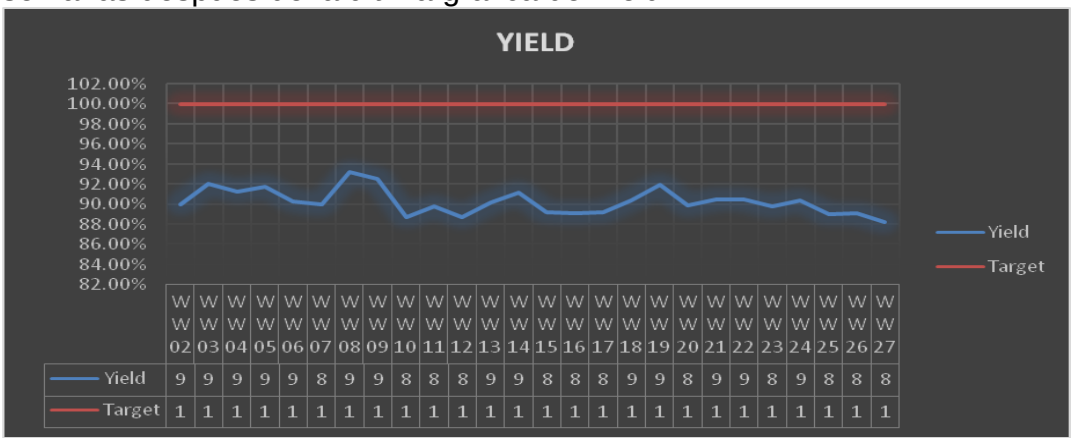
Mantenimiento Autónomo

Es enseñar al operador el cuidado básico de su máquina para mantenerla funcionando correctamente realizando actividades de limpieza, lubricación, reapriete e inspección, además de la detección temprana de anormalidades y corrección de fallas asignadas, esto mediante estrategias de trabajo en equipo, revisando si el método y las herramientas son las adecuadas, si faltan puntos por inspeccionar midiendo los tiempos de limpieza que se tienen y la meta que se pretende conseguir. Aplicar controles visuales haciendo mejoras en centralizar, lubricar, desarrollar herramientas de limpieza, implementando un método estándar de mantenimiento autónomo de como se realizaba anteriormente y como se pretende llevar a cabo, de está manera todo personal que opere la máquina adquirirá los conocimientos técnicos básicos para poder realizar inspecciones profundas, e identificar anomalías, defectos latentes, prevenir fallas y dar una solución con metodología formal así como también mejorar el estándar de mantenimiento para lograr todo lo anterior con un resultado bajo control por medio del SGC “Sistemas de Gestión de la Calidad.

Durante los últimos seis meses esta máquina había estado operando con una eficiencia de 88.20%. Se fija como meta inmediata elevar el porcentaje de la eficiencia con la implementación de las herramientas de calidad impactando en la mejora continua.

Resultados y Discusión.

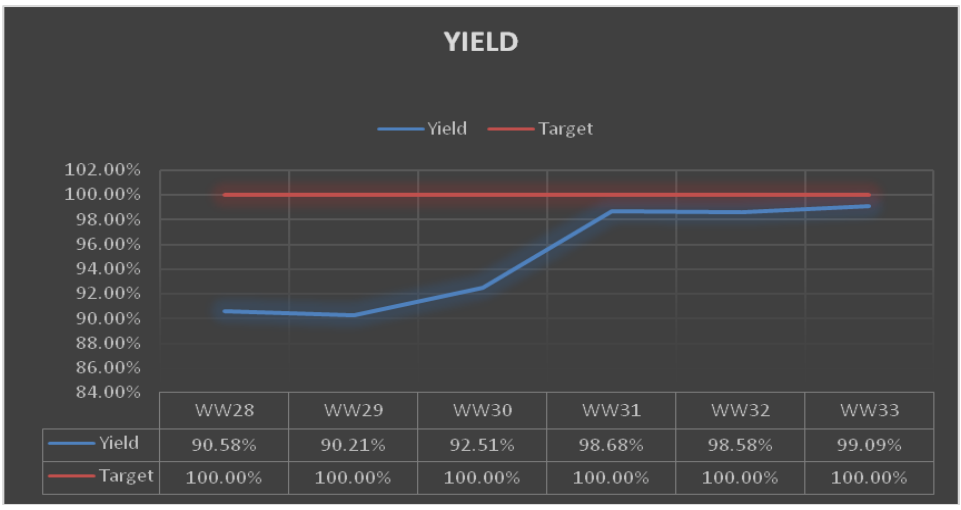
A continuación se muestra la grafica del periodo de Enero-Junio que es donde la eficiencia de la maquina no era estable. Posteriormente se muestra la grafica del avance que se a obtenido por la implementación del mantenimiento continuo seis semanas despues de la ultima grafica de Yield.



	WW02	WW03	WW04	WW05	WW06	WW07	WW08	WW09	WW10	WW11	WW12	WW13	WW14	WW15	WW16	WW17	WW18	WW19	WW20	WW21	WW22	WW23	WW24	WW25	WW26	WW27
Yield	9	9	9	9	9	8	9	9	8	8	8	9	9	8	8	8	9	9	8	9	9	8	9	8	8	8
Target	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 1. Grafica Comparativa de eficiencia por semanas.

El significado de esta grafica muestra resultados agradables gracias al mentenimiento continuo que se le ha dado a la máquina.



	WW28	WW29	WW30	WW31	WW32	WW33
Yield	90.58%	90.21%	92.51%	98.68%	98.58%	99.09%
Target	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Figura 2. Grafica con los avances de las actividades implementadas.

A continuación un avance sobre el comportamiento de la máquina.

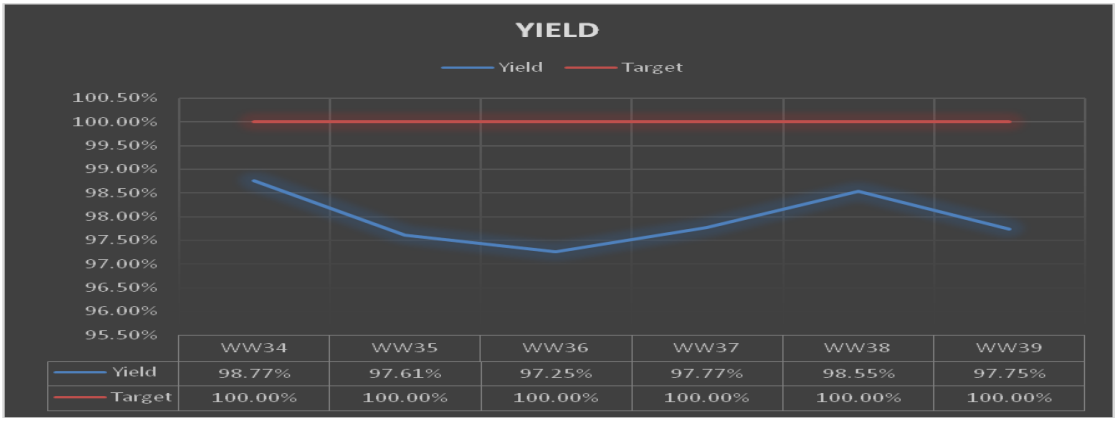


Figura 3. Grafica final sobre resultados obtenidos por el proceso implementado.

Se puede identificar a simple vista el comportamiento de agradables resultados con base a la eficiencia, donde se ha logrado obtener una estabilidad a causa de las actividades realizadas de mantenimiento continúo.

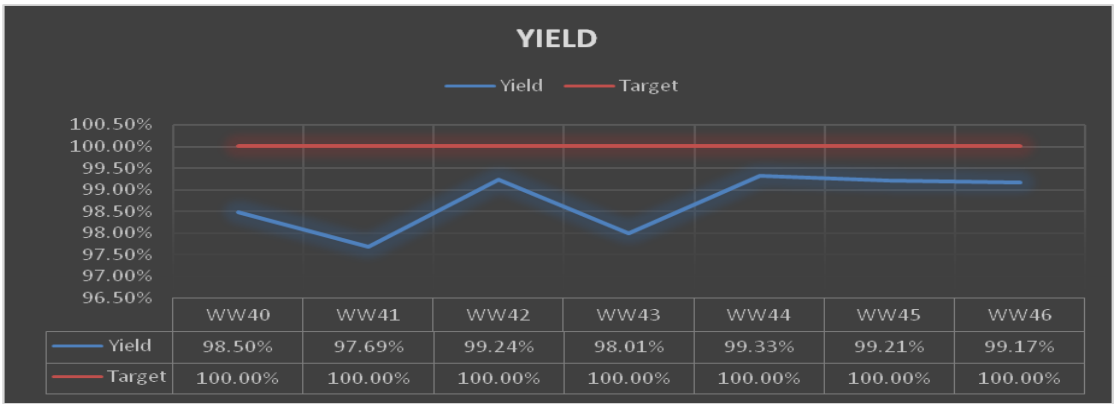


Figura 4. Grafica que representa la estabilidad del proceso.

Recordemos que cuando se revisaron los antecedentes de la máquina ésta contaba con una eficiencia de un 88.20% posteriormente el proceso implementado sobre mantenimiento continúo la eficiencia ha podido llegar a estabilizarse en un 99.17%.
Por lo tanto el resultado total en eficiencia incrementada es de 10.97%, concluyendo que el proyecto fue de gran utilidad para el rendimiento productivo de la máquina.

Durante los 6 meses que la máquina presentó una eficiencia inestable, hubo un desperdicio de membranas con un costo de $2,585.00 posteriormente en el

periodo en que fue implementada está metodología mediante otros 5 meses se redujo esta perdida a $1,047.00 lo que conlleva a un resultado de una disminución de un 27% de desperdicio de membranas.

Referencias.

1. Library of congressCataloging- in- Publication Data

Feigenbaum, A. V. (ArmandVallin)

Total quality control/A.V. F eigenbaum- 3rd ed.., rev.

TS156.F44 1991

2. LIBRARY OF CONGRESS CATALOGING IN PUBLICATION DATA

DeGarmo, E. Paul

MATERIALS AND PROCESSES IN MANUFACTURING.

TS183.D4 1998 671 88-5155

ISBN 0-02-328631 (HardcoverEdition)

ISBN 0-02-946140-5 (International Edition)

3. Library of CongressCataloging-in- Publication Data

PRODUCTIVITY AND QUALITY IMPROVEMENT IN ELECTRONICS ESSEMBLY.

III. INSTITUTE OF INDUSTRAIL ENGINEERS (1981)

TK7836.P75 1988 621.382 88-13376

ISBN 0-07-019026-7

4. Library of CongressCataloging-in- Publication Data

Monks, Joseph G.

OPERATIONS MANAGEMENT

TS155 M67 1987 658.5 86-21091

ISBN 0-07-042727

EFECTO DEL TRATAMIENTO QUÍMICO Y TÉRMICO SOBRE LA PROPIEDAD ELÁSTICA DE LA PIEL PARA CALZADO

J. P. Pérez-Orozco[1], Z. Vargas-Galarza[1], R, E. García-Hernandez[1], W. N. Hernández-Diaz[1], J.C De la Cruz-Sánchez[1]

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec, Morelos. jppoebs@gmail.com, zullyvag@hotmail.com, eddgarcia@hotmail.com, wendynetz@yahoo.com.mx, juancarlos.delacruzs@gmail.com.

***Área de participación**: Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen: La industria del calzado es un pilar fuerte en la producción doméstica o de exportación en la economía de un país, es un bien de primera necesidad. Por esto se incrementan cada vez más el uso de los materiales sintéticos (poliméricos), sin embargo la piel supera aún las propiedades que definen la calidad y uso como materia prima en el calzado. En este trabajo se investigó el cambio que sufre la piel cuando se aplica un tratamiento químico con humectantes a base de gliceroles, y térmico con la exposición a excitación de las partículas por aplicación de radiación de microondas. Se encontró que se mejoran las propiedades de elasticidad y extensibilidad de la piel, principalmente con el tratamiento térmico, que puede beneficiar la calidad del conformado de zapatos.

Introducción. La fabricación de calzado de piel se trata de un proceso artesanal con una utilización muy reducida de máquinas automatizadas, ya que la elaboración del producto se realiza básicamente a mano por la selección minuciosa que se tiene que hacer [Elshahat H.A. y col. (2011)]. Aunque hay varios tipos de calzado, el proceso de fabricación es básicamente el mismo. Las etapas del proceso de fabricación son: corte de piezas mediante moldes-plantillas de acuerdo con la medida que se requiera; maquinado “pespunte” en el que las piezas se pegan manualmente con adhesivo y posteriormente se cosen con una máquina; conformado o “montado” que confiere una forma específica a la piel dependiendo del modelo; y, pegado de suela a base de adhesivos, calor y presión.

El conformado de la piel es la etapa más importante del proceso de fabricación del calzado y su calidad está definida por la facilidad de la piel para moldearse a la horma y permanecer en esta forma; estos parámetros de conformado están definidos por las propiedades elásticas y de extensibilidad que presenta la piel, las que a su vez se ven influenciadas por el tipo de tratamiento preliminar que se le da a la piel para su moldeado [Rupérez M.J. y col (2012)]

La piel presenta un comportamiento visco elástico complejo que está definido por sus características estructurales. Reportaron que el componente esencial de la piel es la red de fibra de colágeno unidas o tejidas mediante fibras. Las interacciones entre el colágeno y otras proteínas presentes en la piel, como α-queratina y elastina, confieren la su resistencia a la deformación [Tuckermann y col., (2001)].

Los análisis de esfuerzo-deformación brindan información relevante sobre estas interacciones, los componentes de la piel y sus características funcionales y

estructurales. Zheng Li y col. [(2009)] realizaron pruebas de deformación a baja velocidad, y observaron que la deformación "plástica" se inicia en torno al 20% de deformación total como resultado de que las fibras presentan un alargamiento máximo. El objetivo de este proyecto es realizar un tratamiento químico y térmico y evaluar su efecto en las propiedades de extensibilidad y elasticidad de la piel para su conformado.

Metodología.

Tratamiento químico.- Se aplicó una agente tenso activo a base de glicerol con propiedades de humectación sobre probetas de piel tipo vacuno curtida al cromo, de dimensiones 150 mm de largo por 25 mm de ancho y 1.86 mm de espesor en promedio. La cantidad de agente tenso activo utilizada fue de 0.004 ml/cm^2 (CT1) y 0.008ml/cm^2 (CT2) y un reposo de 2.5 horas a temperatura ambiente; las muestras sin tratamiento ST correspondieron a probetas de piel sin humectar.

Tratamiento físico.- Se expusieron a microondas probetas de piel con características del caso anterior excepto por el espesor de 1.67 mm en promedio, bajo las siguientes condiciones: con humectación durante 10 minutos (HMC) y sin humectación (CM) en tres periodos; el primero de dos minutos y los siguientes de un minuto, con una pausa de 30 segundos entre ellos; en un horno de microondas General Electric (modelo JES769WK) a potencia de 1.1 K Watt a potencia media. Un tercer caso de pruebas se realizó sin tratamiento ST. En los dos casos de exposición a la radiación de microondas se colocó un recipiente con 100 ml de agua potable dentro del horno.

Las probetas fueron expuestas a una deformación de 10 mm/min hasta la falla por rotura. En el equipo BlueHill Lite de INSTRON (Modelo 2519-107) para prueba en tensión, la medición se realizo con calibrador vernier Mitutoyo de 150 mm, Micrómetro Mitutoyo (293340 A 5). Se construyeron curvas de esfuerzo-deformación, se realizaron 3 replicas por exposición, se les realiza la prueba Tukey con un α de 0.05.

Resultados y Discusión.

La Figura 1 muestra el comportamiento del esfuerzo que sufre la piel tratada químicamente cuando se somete una velocidad de deformación constante. Como podemos apreciar, cuando se incrementa la cantidad de agente tensoactivo (agente químico) disminuye el esfuerzo de ruptura, para una misma deformación disminuyen los esfuerzos de extensión. La presencia de una mayor curvatura, esto es más puntos de flexión, es indicativo de que existe un mayor comportamiento visco elástico.

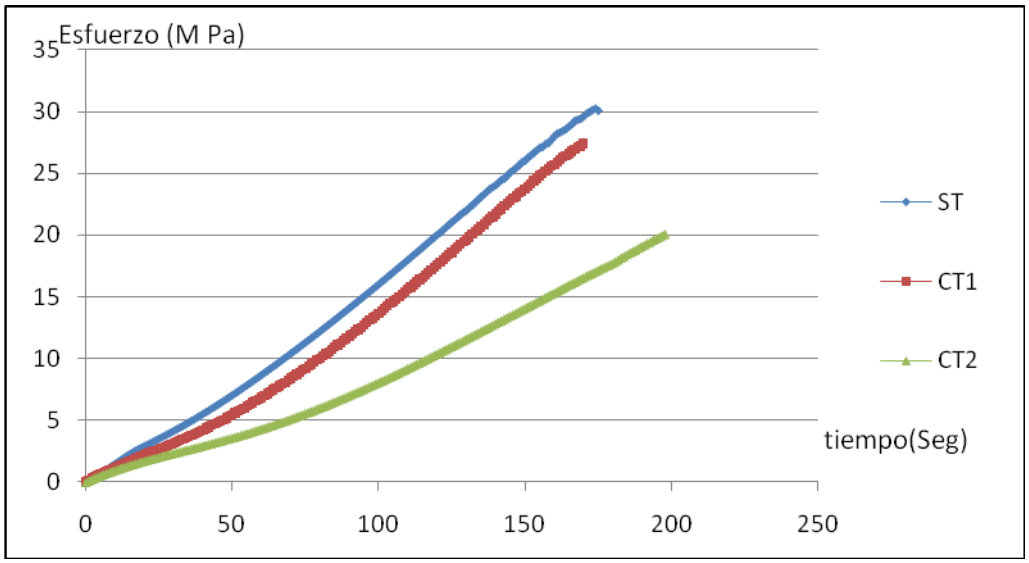


Figura 1. Curvas del esfuerzo vs tiempo de deformación (tratamiento químico).

La Figura 2 muestra el comportamiento del esfuerzo que sufre la piel expuesta a radiación, cuando es sometida a una velocidad de deformación constante. Como se aprecia, la humectación previa en la piel genera un efecto sobre los esfuerzos de extensión, los cuales se incrementan por la presencia de agua como agente humectante, la fibra α-queratina al ser expuesta al calor húmedo modifica su estructura helicoidal, se desdobla y permite una mayor elasticidad, extensibilidad y resistencia debido al alargamiento de sus moléculas.

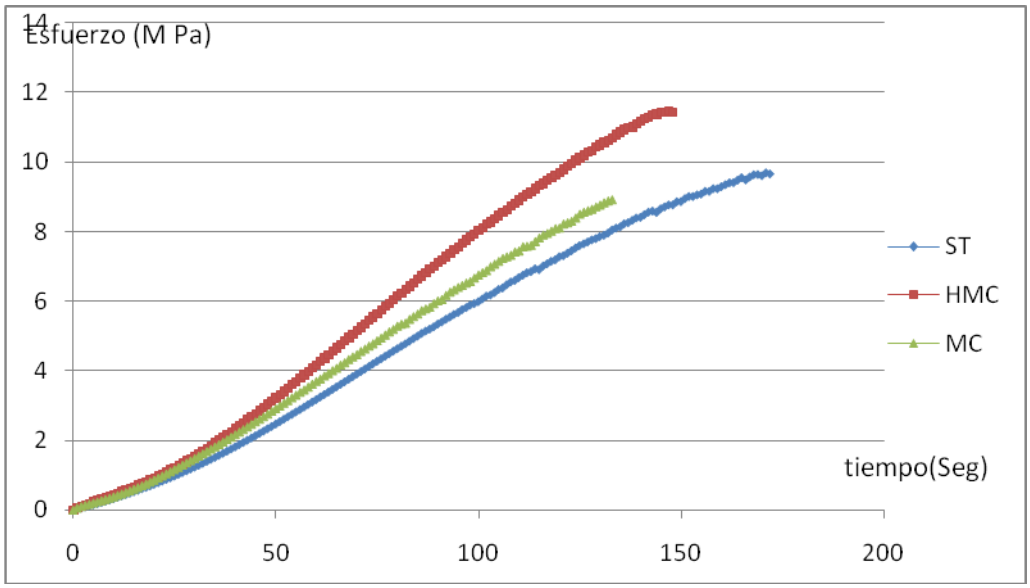


Figura 1. Curvas del esfuerzo vs tiempo de deformación (tratamiento térmico).

Conclusiones.

El tratamiento térmico y químico en la piel afecta sus propiedades de elasticidad y extensibilidad. En el tratamiento químico el cambio del comportamiento visco elástico da como resultado que para una deformación el esfuerzo de extensión es menor. En el tratamiento térmico para una deformación dada implica una mayor resistencia a la deformación, esto se ve reflejado en un mayor esfuerzo de extensión, debido a la presencia de moléculas de agua que provoca un alargamiento en las fibras α-queratina.

Agradecimientos.

Al Instituto Tecnológico de Zacatepec por las facilidades prestadas para realizar el trabajo experimental y a la Coordinación Nacional de Becas de Educación Superior, dependiente de la Subsecretaría de Educación Superior, por el soporte económico brindado al autor principal para la realización de estudios de maestría en el Programa Nacional de Becas 2014, Movilidad Nacional.

Referencias.

1. Elshahat H.A. Nashy, Osama Osman, Abdel Aziz Mahmoud, Medhat Ibrahim. Molecular spectroscopic study for suggested mechanism of chrome tanned leather.(2011)
2. C.H. Zhang, X.J. Zheng, K.Y. Tang; Study on the three-dimensional stress-elaxation diagram of cattlehide shoe upper leathers, Materials Science and Engineering A 499 (2009) 167–170
3. J.D. Ferry. Viscoelastic Properties of Polymers, third ed., Wiley, New York, 1980.
4. K. Takenouchi, K. Kondo, F. Nakamura. Soc. Leather Technol. Chem. 75 (1981) 190–196.
5. M.J. Rupérez, E. Giner, C. Monserrat, E. Montiel. Simulation of the behavior of the calfskin used as shoe upper material in footwear CAD, Computer-Aided Design 44 (2012) 1205–1216
6. M. Tuckermann, M. Mertig and W. Pompe. In situ observation of moisture-induced swelling of leather. Review of Scientific Instruments, 2001, 72: 1449-1452.

ANÁLISIS DE COSTOS DE UN SISTEMA TARIFARIO EN LA DISTRIBUCIÓN Y SANEAMIENTO DEL AGUA POTABLE EN JOJUTLA, MORELOS.

V. Gama-Najera[1] O. Román-Rosales[2], C. Barreto Cabrera[3], H. Alonso Jimenez[4], R. Cárdenas Valdez[5].

1 Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México-gama.najera@hotmail.com, roscarcoordina@yahoo.com.mx, ingcbarretoc@hotmail.com, halonso24@yahoo.com.mx, rcardenas.valdez@gmail.com

Área de participación: *Administración*

Resumen

El presente proyecto de investigación se centra en el análisis de los costos del sistema de agua potable y saneamiento del municipio de Jojutla (SAPSJ), en el estado de Morelos, haciendo uso de la herramienta punto de equilibrio multiproducto, que nos permite estudiar la relación que existe entre los costos y gastos generados en la distribución y saneamiento del agua potable y de esta manera determinar la rentabilidad financiera del sistema. Los beneficios que se pretenden obtener son: el conocimiento de los costos reales, el mejoramiento y optimización de la gestión de costos de distribución y la generación de posibles inversiones para el mejoramiento del servicio, así como contribuir en el desarrollo sustentable del recurso hídrico.

Una vez aplicado el análisis de punto de equilibrio multiproducto, se determinó que existe una contribución marginal negativa, llegando a la conclusión que los ingresos son menores a los costos, por lo tanto se están generando pérdidas en el sistema de agua potable y el órgano regulador trabaja con números rojos.

Introducción.

En los últimos años el agua ha sido uno de los recursos naturales más importantes e indispensables para los seres humanos, además, de ser un bien común para los habitantes de cualquier colonia, municipio, ciudad, estado o país. Sin embargo, no se tiene acceso a dicho recurso de manera equitativa, por tal motivo es preciso mejorar su gestión con la finalidad que se distribuya el líquido de manera regular y eficiente. La necesidad de transportar el agua desde la fuente hasta el punto de consumo y posteriormente de darle el tratamiento apropiado a las aguas residuales para su reutilización, todas estas actividades generan costos, que deben ser pagados por los consumidores del recurso hídrico para la generación del servicio, por esta razón es necesario, el establecimiento de sistemas tarifarios adecuados que permitan recuperar los costos de operación, mantenimiento, administración e inversión, y que las organizaciones encargadas de la administración del recurso no dependan de subsidios de otras organizaciones.

Teniendo presente que más del 70% de la superficie total de nuestro planeta y de nuestro cuerpo está compuesto de agua; este vital líquido es considerado el elemento de mayor importancia para la existencia de la vida, por lo cual se requiere que sea utilizada haciendo uso de conciencia y de las herramientas más eficientes que se tengan para la extracción, administración y distribución del recurso.

Son pocos los análisis que se han llevado a cabo para determinar los insumos que intervienen para la generación del servicio de agua potable y saneamiento, actualmente no existen aproximaciones confiables a los costos asociados a los sistemas tarifarios, se requiere de la aplicación de un modelo que sea capaz de proponer un precio equitativo a la prestación del servicio.(James R. Craig, 2009)

Actualmente el sistema de agua potable y saneamiento del municipio de Jojutla , no cuenta con un sistema tarifario basado en el análisis de costos generados para la distribución y saneamiento del agua, debido a ello no se cubren de manera eficiente los gastos generados por dichas actividades.

El cobro que actualmente se realiza, se lleva a cabo de dos diferentes maneras: la primera por medio de cuota fija, existiendo catorce tarifas diferentes que varían desde los $50 hasta $133 mensuales, este sistema se basó en un estudio socioeconómico; y la segunda, es a partir del servicio medido, es decir, se paga cada m^3 que el usuario consuma. En lo que respecta a los incrementos realizados anualmente, estos no se basan en análisis de costos, solamente se tiene cuidado que no excedan los costos que establece la Ley estatal del agua potable del estado de Morelos.

La problemática se produce por varias razones, entre otras, no existe subsidio por parte del H. Ayuntamiento, la administración anterior dejó un gran déficit; a pesar de que se lleva un control de costos no existe un análisis de ellos; no se cobra a la población lo que realmente debe pagar por hacerle llegar el agua hasta su casa; existe un sistema tarifario de cuotas fijas y de servicio medido, además de un gran rezago en la recuperación de costos.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El punto de equilibrio se centra en determinar cuánto debe venderse de un producto o servicio para recuperar los costos generados, esto es, en encontrar el punto en que los ingresos recibidos son iguales que los gastos realizados.

En la mayoría de los casos, las empresas producen más de un producto (multiproducto), los que tendrán precios de venta y costos variables diferentes. El punto de equilibrio en unidades (PEu) para cada uno de estos productos seguramente será distinto.

Si las unidades de los productos no son homogéneas, entonces debemos ponderar la contribución de cada producto en las ventas totales en unidades

monetarias. Es decir, el numerador (CF) no cambiará, mientras que en el denominador, debemos hacer la suma de los productos de la expresión (1 – CVMe/p) para cada producto, multiplicada por el porcentaje i que representan las ventas de ese producto en unidades monetarias con respecto al total de ventas de todos los productos

La fórmula a utilizar será:

$$PE\$= \frac{CF}{(1-CVMe_1/p_1).i_1 +(1-CVMe_2/p_2).i_2 +...(1-CVMe_n/p_n).i_n}$$

Recopilación de datos

Dentro del análisis de costos es necesario identificar cada uno de los costos que intervienen o se deben incluir para que se genere el cobro adecuado del recurso hídrico, esto se pretende lograr a través del análisis en los costos para su distribución en el sistema de agua potable y saneamiento del municipio de Jojutla (SAPSJ), ubicado en el estado de Morelos.

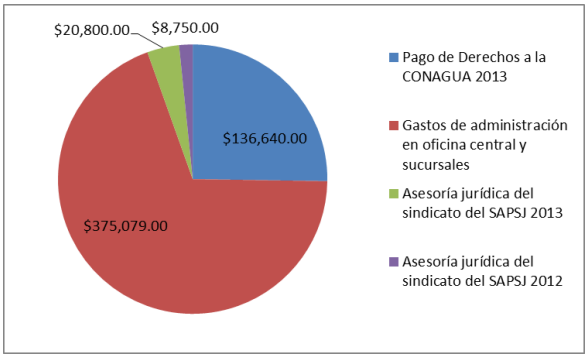
Para el desarrollo de este proyecto, los datos recolectados fueron proporcionados por el órgano administrador del sistema de agua potable y saneamiento del municipio de Jojutla y en algunos casos hubo la necesidad de recurrir a las fuentes primarias para obtener información que no se tenía en el sistema de agua.

Durante la gestión del sistema de agua potable y saneamiento de Jojutla en el periodo enero-diciembre del 2013, se pudieron obtener los costos de operación del sistema, el monto total fue de $15,480,728.00 (Quince millones cuatrocientos ochenta mil setecientos veintiocho pesos 00/100 M.N.), cabe señalar que dentro de los gastos de operación se cubrieron algunos pasivos de la administración pasada con un monto total de $4,256,296.00 (cuatro millones doscientos cincuenta y seis mil doscientos noventa y seis pesos 00/100 M.N.). Dentro de los rubros de mayor monto fueron; la nómina del personal, energía eléctrica e iva acreditable con más del 67% del total de los costos.

De la información obtenida de los costos de operación, se realizó la clasificación de los mismos, se tomó como base el volumen de producción, para fines prácticos del análisis de costos, en el cual dentro de esta clasificación se consideran los costos fijos y variables. Definiendo a los costos fijos aquellos costos que permanecen constantes en su magnitud dentro de un periodo determinado, independientemente de los cambios registrados en el volumen de operaciones realizadas. Sin embargo los costos variables son aquellos costos cuya magnitud cambia en razón directa al volumen de las operaciones realizadas.

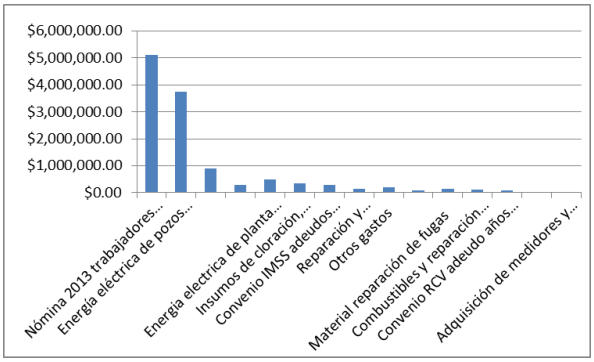
Los rubros que se consideraron en los costos fijos fueron; pago de derechos a CONAGUA 2013, gastos de administración y asesoría jurídica del 2012 y 2013, cabe mencionar que los costos generados durante el año 2012 no se consideran, puesto que solo se trabajará con los gastos de operación del 2013 y por lo tanto el costo total de los costos fijos es $532,519.00como se muestra en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Clasificación de costos fijos del sistema durante el año 2013.



Los costos variables dentro del ejercicio 2013 fueron; pago de nómina, pago de energía eléctrica para pozos profundos y de la planta tratadora de aguas residuales, IVA acreditable de compras y gastos, insumos de cloración, adquisición de equipos de inyección, mantenimiento, reparación y mantenimiento de pozos, gastos médicos del personal, entre otros. Ver Gráfica 2.

Gráfica 2. Clasificación de costos fijos del sistema durante el año 2013



Por otra parte para conocer la cantidad de tomas a quienes el sistema de agua les presta el servicio, fue necesario separarlas por localidad. El número total de tomas que se muestran en la Tabla 1 fue contabilizadas hasta el mes de diciembre y fueron de 11590 tomas de las cuales solo 3606 se cobran por cada m^3 y solo se concentran en la cabecera municipal, mientras que 7984 son por cuota fija divididas en las diferentes localidades.

Tabla 1. Número de tomas hasta el mes de Diciembre

LOCALIDAD	Servicio medido	Cuota fija	No. De tomas
Tehuixtla (2 y 3 casas)	0	707	707
Unidad Morelos (pensionados)	0	336	336
Tehuixtla (domestico)	0	808	808
Chisco	0	149	149
Vicente aranda	0	114	114
Pedro Amaro	0	1065	1065
Altavista	0	301	301
Independencia	0	280	280
Unidad Morelos (normal)	0	785	785
Lazaro cardenas	0	306	306
Ricardo Soto	0	83	83
Jojutla, villas de Jojutla y col juarez	3606	2110	5716
Arenal	0	140	140
Santa Maria	0	131	131
Venados	0	163	163
Tehuixtla	0	506	506
2013 TOTAL	3606	7984	11590

Los rezagos en el sistema de agua potable son de gran impacto, ya que es una de las causas que hacen que retrasen el cubrir todos los costos de administración y operación del SAPAJ en tiempo y forma. Durante el periodo de enero- diciembre 2013, se obtuvieron los siguientes resultados, donde se puede ver que es un número significativo comparándolo con las tomas existentes actualmente estos datos se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2.Rezagos en el sistema de agua potable

LOCALIDAD	Servicio medido	Cuota fija	Rezago
Tehuixtla	0	2021	693
Unidad Morelos	0	336	556
Chisco	0	149	73
Vicente aranda	0	114	67
Pedro Amaro	0	1065	611
Altavista	0	301	187
Independencia	0	280	186
Lazaro cardenas	0	306	161
Ricardo Soto	0	83	47
Jojutla, villas de Jojutla y col juarez	3606	2110	2286
Arenal	0	140	74
Santa Maria	0	131	74
Venados	0	163	106
TOTAL	3606	7984	5121

Resultados y Discusión.

Para el análisis de los costos fue necesario emplear el punto de equilibrio multiproducto, tomando como base para la determinación de sus cálculos, los costos fijos y variables, con información registrada hasta el 31 de diciembre del 2013.

De la información recolectada, se obtuvo la información necesaria, para la realización del análisis, siendo los rubros; el producto, el volumen producido, el precio de venta y el costo variable unitario, como se muestra en la tabla 3.Debido a que el sistema de agua potable, cuenta con tarifas fijas mensuales de cobro diferente, establecidas de acuerdo a la región socio-económica en las diferentes localidades del municipio, se agruparon de acuerdo al costo de la tarifa mensual para formar un solo producto, es decir, el producto 1, pertenece a la tarifa mensual de $40; el producto 2, está conformado por la tarifa mensual de $50 y así sucesivamente con las tarifas mensuales de $60, $66, $76 y $133 respectivamente, conformando un total de seis productos como se muestra en la tabla 3.

El volumen de producción hace referencia al gasto en m^3/s que se generan en las diferentes localidades de la región por el tiempo de abastecimiento en segundos, quedando de esta manera solo el volumen producido en $m^{3.}$

El precio de venta por m^3 se obtiene al dividir la tarifa mensual entre los m^3 de agua necesaria por cada individuo diariamente, los cuales de acuerdo a la norma técnica de CONAGUA se calculan, multiplicando el promedio de integrantes por familia en el municipio de Jojutla, durante el transcurso de un mes. Considerando un promedio de 4 integrantes por familia según registros del INEGI, 0.22 m^3 requeridos por persona y 30 días del mes, se tiene (4x0.22x30)= 26.4 m^3

por toma mensualmente, valor que queda como denominador para dividirlo con las tarifas mensuales que se muestran en la tabla 3. Mientras que es costo variable unitario es el total de los costos variables de operación entre el volumen producido durante un año.

Tabla 3. Datos iniciales del punto de equilibrio.

PRODUCTO	TARIFA MENSUAL VIGENTE	VOL. PRODUCI-DO POR M^3	PRECIO DE VENTA (P)	COSTO VARIABLE UNITARIO (CVMe)
	40	688.5	1.51515152	3.42752368
2	50	1976.67	1.89393939	3.42752368
3	60	1877.85	2.27272727	3.42752368
4	66	1380.24	2.5	3.42752368
	76	2978.91	2.87878788	3.42752368
6	133	688.5	5.03787879	3.42752368

Posteriormente fue necesario calcular el porcentaje de ítem en ventas de cada producto, respecto al total de ventas, las ventas se obtuvieron multiplicando el volumen producido en m^3 por la tarifa mensual, sin embargo, la ponderación de ventas, se calcula dividiendo estas entre la suma total, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.Cálculo de ítem en ventas

PRODUCTO	VOL. PRODUCIDO POR M^3	PRECIO DE VENTA	VENTAS	%DE ITEM EN VENTAS (i)
1	688.5	1.51515152	27540	0.04249292
2	1976.67	1.89393939	98833.5	0.15249542
3	1877.85	2.27272727	112671	0.17384603
4	1380.24	2.5	91095.84	0.14055657
5	2978.91	2.87878788	226397.16	0.34932011
6	688.5	5.03787879	91570.5	0.14128895
TOTAL			648108	1

Para calcular la contribución marginal de cada uno de los productos, como se muestra en la tabla 5, la cual resulta de la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario, dividido entre el porcentaje de venta para cada producto, dando como resultado total una contribución de -58.47592542, el valor negativo se interpreta como una falta de contribución marginal, por ende el punto de equilibrio

en unidades monetarias es PE=-16422.673, resultado de dividir los costos fijos entre el porcentaje de contribución marginal, es decir, $9603331/-58.47592542.

Tabla 5. Contribución marginal

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA (P)	COSTO VARIABLE UNITARIO (CVMe)	CONTRIBU-CION MARGINAL
1	1.51515152	3.42752368	-45.0044917
2	1.89393939	3.42752368	-10.0565926
3	2.27272727	3.42752368	-6.64263912
4	2.5	3.42752368	-6.59893493
5	2.87878788	3.42752368	-1.57086805
6	5.03787879	3.42752368	11.397601
TOTAL			-58.4759254

Conclusiones.

El presente análisis con punto de equilibrio multiproducto, aporta los elementos que permiten determinar, que el precio de venta es menor al precio unitario que tendría que costar el m^3 de agua, debido a que existe una contribución negativa, el punto de equilibrio es de $-16422.673 por lo tanto el sistema tarifario no está recaudando los costos de operación generados en el servicio del recurso hídrico.

Además, a través del análisis realizado se han podido identificar los costos que influyen en el funcionamiento del Sistema de Agua Potable y Saneamiento de Jojutla, identificando que los gastos son mayores que los ingresos, por lo tanto se concluye que se están generando pérdidas y el órgano regulador trabaja con números rojos.

Agradecimientos.

Agradecemos el apoyo brindado por el sistema de agua potable y saneamiento del municipio de Jojutla, quienes nos proporcionaron la información necesaria y las facilidades para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Colin, J. G. (2008) Contabilidad de costos (Tercera edición ed.). Mc Graw Hill.
2. James R. Craig, D. J. (2009). Recursos de la tierra, origen, uso e impacto ambiental (tercera edicion ed.). (D. G. Benjamín Calvo Pérez, Trad.) Mexico: Pearson Prentice Hall.
3. Heinke, H. (s.f.). Ingeniería Ambiental (Segunda ed.). Pearson Prentice Hall.
4. Jordi Gallego Ayala, J. A. (2010). Evaluación del impacto de la tarifación del agua de riego sobre la sostenibilidad del regadío: una aproximación a través de indicadores sintéticos. 28(2), 375-404.
5. L.Tawfik, A. C. (s.f.). Administración de la Producción. McGraw-Hill.
6. James R. Craig, D. J. 2009. Recursos de la tierra, origen, uso e impacto ambiental. 3era. edición. México: James R. Craig, D. J. (2009). Recursos de la tierra, origen, us Pearson Prentice Hall., 2009.
7. Watson, Charles A. Gallagher Hugh J. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. México: Mc Graw-Hill. págs. 37-43.

ANÁLISIS DE LA CONTABILIDAD GUBERNAMENTAL APLICADO AL MUNICIPIO DE IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO.

A. Bárcenas[1,] and R. García[,2]

[1]M. De los A. Bárcenas nava, [2]R. Marchán Lázaro, [3]E. Trujillo Beltrán, F. Manuel Regino[4]

y R. García Martínez[5]

Instituto Tecnológico de Iguala (ITI, [1]Angeles.Barcenas@itiguala.edu.mx, [2]rmarchanl@hotmail.com, [3]elisatru@yahoo.com, [4]cpcfermaregis@live.com.mx, Negrete No.8, Colonia Centro, Iguala Gro. C.P. 40000, México, [5] romelg_m@hotmail.com

***Área de participación**: Gestión en mercadotecnia, administración y recursos humanos*

Resumen – La contabilidad gubernamental en su aplicación específica en los ayuntamientos debe de ser congruente con la operatividad de los mismos por lo que es necesario analizar la Ley General de Contabilidad Gubernamental y aplicar los artículos que le competen ya que dicha ley es de aplicación nacional a todos los entes federales, estatales, municipales, paraestatlaes, en fin a todas las áreas en donde se maneje recursos del gobierno federal . Para tal afecto se deben de analizar los presupuestos de ingresos y egresos con el fin de realizar su correcta aplicación en la nueva estructuración de los estados financieros los cuales son: Estado de Situación Financiera, Estado de Actividades, Estado de Variación en la Hacienda Pública, Estado Analítico del Activo, Estado Analítico de la Deuda y Otros Pasivos, Estado de Cambios en la Situación Financiera, Estado de Flujos de Efectivo y Notas a los estados financieros. Además se fundamentará en la Ley orgánica del Municipio Libre del Estado de Guerrero con el fin de ser específicos con la operatividad de cada departamento que integra el municipio.

Introducción

En la Primera Convención Nacional Hacendaria (CNH) , celebrada en marzo de 2004, las secretarías de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y de la Función Pública (SFP) presentaron en el seno de la Mesa de Transparencia, Fiscalización y Rendición de Cuentas, el Proyecto de Armonización de la Contabilidad Gubernamental en los tres órdenes de gobierno que consiste en: "Armonizar y modernizar los sistemas de información contables para los tres ámbitos de gobierno, (Federal, estatal y municipal) donde se contemplen marcos jurídicos similares, principios y normas contables comunes, sistemas de administración financiera, registro contable y modelos de información de cuentas compatibles para proporcionar el control, evaluación y fiscalización concurrentes". Entre los beneficios que se busca son: Fomentar la contabilidad patrimonial nacional, Inhibir las prácticas ilícitas y combatir la corrupción, Impulsar la rendición de cuentas, incrementar la eficiencia en la gestión administrativa, facilitar el acceso a créditos de instituciones financieras. Al contar con un sistema contable homogéneo y comparable, la economía del país será atractiva para cualquier inversionista nacional o extranjero, hecho que repercutirá favorablemente en mejorar las finanzas de los gobiernos estatales.

De manera global dentro de la problemática que se presenta antes de la entrada en vigor de la Ley de Contabilidad Gubernamental podemos citar : En primer lugar la diversidad de sistemas contables entre el gobierno federal, las entidades federativas y municipios. En la mayoría de los gobiernos locales, no existe una adecuada contabilidad patrimonial e inclusive, en el gobierno federal, ésta debe ser fortalecida lo anterior, ocasiona que cada uno de los órdenes de gobierno sea incongruente con la realidad económica del país. En segundo lugar existe una heterogeneidad de criterios para el registro de operaciones y falta de adopción de los principios básicos de contabilidad gubernamental. Esto produce una incongruencia en la información financiera, ocasionando que no se puedan comparar los objetivos alcanzados.

Lo anterior ocasiona que en la información financiera emanada no existe uniformidad en los criterios de actualización de activos fijos en los tres órdenes de gobierno y se requiere de una definición de políticas de depreciación de los mismos. La falta de control físico y contable de los bienes de activo fijo propicia faltantes y evita una adecuada renovación por la obsolescencia de los mismos. Ninguno de los tres órdenes de gobierno registra e informa sobre todos sus pasivos a corto y largo plazo, así como de las operaciones de fideicomisos públicos y otros contratos análogos. Falta uniformidad en las cuentas públicas en estructuras, contenidos, alcances y oportunidad, lo cual dificulta la fiscalización, creando opacidad en el rendimiento de cuentas y la transparencia. Se requiere de un consenso y aceptación sobre conceptos como patrimonio, activo, pasivo, deuda unificadas para su conocimiento y aplicación. La falta de estos conceptos en el registro de las operaciones repercute en información incorrecta e insuficiente para la toma de decisiones.

Fundamento Teórico.

En el marco de la Ley de Contabilidad, las entidades federativas deberán asumir una posición estratégica en las actividades de armonización para que cada uno de sus municipios logre cumplir con los objetivos que dicha ley ordena. Los gobiernos de las Entidades Federativas deben brindar la cooperación y asistencia necesarias a los gobiernos de sus municipios, para que éstos logren armonizar su contabilidad, con base en las decisiones que alcance el CONAC[5].

El marco conceptual de la contabilidad gubernamental es aplicable para todos los entes públicos que se desarrollan en un entorno jurídico que regula su naturaleza, objetivos y operación, desde su creación hasta su extinción. Este entorno les otorga facultades y establece límites para el desarrollo de sus funciones, por estar sujeto al principio de legalidad.

La rendición de cuentas y la transparencia son dos componentes fundamentales para un gobierno, quien debe realizar las tareas necesarias para dar cuenta de sus acciones, mostrar su funcionamiento y someterse a la evaluación de los ciudadanos.

[5] Consejo Nacional de Armonización Contable

En el SCG [6]se conjugan una diversidad de instituciones que interactúan entre sí para brindar certeza, seguridad y validez en el logro eficaz y eficiente de los objetivos para los que fueron creados, apegado a las estrategias de desarrollo, transparencia, legalidad y obtención de resultados.

Por tanto, como muestra de la interrelación institucional, se puede citar que contempla desde el emisor de la norma, el responsable del registro y quien presenta la información, hasta el revisor de la razonabilidad de ésta; representadas dichas funciones por las autoridades o servidores públicos involucrados.

El marco conceptual de la contabilidad gubernamental se sustenta en la Ley de Contabilidad, que otorga al CONAC la atribución de ser el órgano de coordinación para la armonización de la contabilidad gubernamental, teniendo por objeto la emisión de las normas contables y lineamientos para la generación de información financiera que aplicarán los entes públicos.

En la administración pública federal, la administración de las entidades federativas, municipios, demarcaciones territoriales del Distrito Federal y sus respectivas entidades paraestatales, será la unidad administrativa o instancia competente en materia de contabilidad gubernamental quien dará cumplimiento a la aplicación de la Ley de Contabilidad, de acuerdo a los ordenamientos legales correspondientes, adoptando e implementando las decisiones que tome el CONAC.

Las características cualitativas son los atributos y requisitos indispensables que debe reunir la información contable y presupuestaria en el ámbito gubernamental; mismo que se observan en la elaboración de los estados financieros. Establecen una guía para seleccionar los métodos contables, determinar la información a revelar en dichos estados, atender a los objetivos de proporcionar información útil para sustentar la toma de decisiones; así como facilitar el seguimiento, control, evaluación, rendición de cuentas y fiscalización de los recursos públicos por parte de los órganos facultados por ley para efectuar dichas tareas.

La Contabilidad Gubernamental es, ante todo, un sistema de registro que procesa eventos económicos, presupuestarios y financieros de los entes públicos; en tal sentido, los informes y estados financieros deben elaborarse de acuerdo con las prácticas, métodos, procedimientos, reglas particulares y generales; así como con las disposiciones legales; con el propósito de generar información que tenga validez y relevancia en los ámbitos de los entes públicos, que sea confiable y comparable, que responda a las necesidades y requisitos de la rendición de cuentas, de la fiscalización, aporte de certeza y transparencia a la gestión financiera gubernamental. (Consejo Nacional de Armonización contable, 2009)

Los informes y estados financieros que se preparen deben incluir toda la información que permita la adecuada interpretación de la situación económica y financiera, de tal modo que se reflejen con fidelidad y claridad los resultados alcanzados en el desarrollo de las atribuciones otorgadas jurídicamente al ente público.

Para que la información cumpla tales objetivos, es indispensable que tenga las siguientes características: utilidad, confiabilidad, relevancia, comprensibilidad y comparabilidad; así como otros atributos asociados a cada una de ellas, como son: oportunidad, veracidad, representatividad, objetividad, verificabilidad,

[6] Sistema de Contabilidad Gubernamental

información suficiente, posibilidad de predicción e importancia relativa.

Resultados y Discusión

Para el municipio de Iguala de la Independencia, Gro., de acuerdo al análisis efectuado y a la experiencia podemos decir que la aplicación de los recursos se debe de hacer de acuerdo a la normatividad por programa y por capítulo, pero sobre todo respetando el dinero etiquetado.

Generalmente los recursos provienen de cuatro fuentes de ingresos:

a) Ingresos propios
b) Participaciones federales
c) Ramo 33
d) Partidas especiales

Las dos primeras se aplican a gasto corriente es decir partidas 1000, 2000, 3000 y 5000.

La tercera se aplica en obra y seguridad pública.

Las patidas especiales en caso de haberlas por ejemplo: Programa habitat, tambien de aplican en obra pública.

Para que estos recursos puedan ser bien aplicados se requiera en primer lugar que haya un presupuesto y en segundo lugar aplicarlo a través del uso de cuentas de orden de acuerdo a un control específico por cada fuente de ingresos respetando la manera de cómo se etiqueto el dinero desde el principio y no desviando recursos para otras obras, esto permitirá tener claridad en la rendición de cuentas y un estricto control del recurso por fuente de ingresos.

En todo momento para afectación del gasto se deben considerar los momentos contables del gasto los cuales son:

- Gasto aprobado
- Gasto modificado
- Gasto comprometido
- Gasto devengado
- Gasto del ejercicio. y
- Gasto pasado.

La estructura de codificación que debe seguir es la:

Capítulo: Es el mayor nivel de agregación que identifica el conjunto homogéneo y ordenado de los bienes y servicios requeridos por los entes públicos.
Concepto: son subconjuntos homogéneos y ordenados en forma específica, producto de la desagregación de los bienes y servicios, incluidos en cada capítulo.
Partida: Es el nivel de agregación más específico en el cual se describen las expresiones concretas y detalladas de los bienes y servicios que se adquieren y

se compone de:
a) Partida Genérica
b) Partida Específica
a) La partida genérica se refiere al tercer dígito en el cual se realizará la armonización a todos los niveles de gobierno.
b) La partida específica se refiere al cuarto dígito, que las unidades administrativas o instancias competentes en materia de Contabilidad Gubernamental y de Presupuesto de cada orden de gobierno, acordarán con base en sus necesidades, conservando la estructura básica, con el fin de mantener la armonización con el Plan de Cuentas.
Capítulos

1000 Servicios Personales
2000 Materiales y Suministros
3000 Servicios Generales
4000 Transferencias, Asignaciones, Subsidios y Otras ayudas
5000 Bienes muebles, inmuebles y tangibles
000 Servicios Personales
2000 Materiales y Suministros
3000 Servicios Generales
4000 Transferencias, Asignaciones, Subsidios y Otras ayudas (Consejo Nacional de Armonización contable, 2010)

Ademas los entes públicos deberán contar con indicadores de desempeño para medir el avance físico y financiero, que permitan evaluar la aplicación de los recursos públicos federales, para efectos de su asignación.
Los indicadores de desempeño para medir el avance físico deberán:

1. Estar asociados al cumplimiento de los objetivos de los programas presupuestarios
2. Contar con metas
3. Contar con una ficha técnica que incluya:

a) Nombre del indicador;
b) Programa, proyecto, actividad o fondo al que corresponde;
c) Objetivo para el cual se mide su cumplimiento;
e) Tipo de indicador (estratégico o de gestión);
f) Método de cálculo;
g) Unidad de medida;
h) Frecuencia de medición;
i) Características de las variables, en caso de ser indicadores compuestos;
j) Línea base; y
k) Metas: anual, para el año que corresponda y para al menos tres años posteriores y trimestrales .

4. Los indicadores de desempeño deberán permitir la medición de los objetivos en las dimensiones:

a) Eficacia
b) Eficiencia
c) Economía
d) Calidad

Conclusiones

Armonizar la contabilidad gubernamental definitivamente es todo un reto, pero en la medida en que la federación, los estados y municipios respeten su aplicación el gasto se irá transparentando y los recursos se identificarán directamente con las obras a los cuales fueron destinadas.

Una manera adecuada de lograrlo es la profesionalización de los puestos, es decir que los encargados de la contabilidad realmente esten capacitado para hacerlo por que se prepararon y estudiaron, teniendo gracias y como resultado de ello, una responsabilidad ética en su formación profesional que redundará en beneficio de la sociedad.

Referencias

1. Consejo Nacional de Armonización contable. (10 de Octubre de 2010). Clasificador funcional del gasto. *Diario oficial de la federación* . México, México.
2. Consejo Nacional de Armonización contable. (29 de Agosto de 2009). Marco conceptual de la contabilidad gubernamental. *Diario oficial* . México, D.F., México.

CORTINA FLIES FREE

J. Brito, A. García, J. Ortiz. E. Alvarez, K. Rodriguez y E. Pacheco.
Instituto de Iguala Tecnológico

jesus_br09@hotmail.com,jala_150891@live.com,jesus-antonio-og-92@hotmail.com, empy030392@hotmail.com, karlingis_137@hotmail.com, epacheco_salgado@hotmail.com.

Carretera Nacional Iguala-Taxco s/n esquina periférico Norte, colonia Adolfo López Mateos, C.P 40030, Iguala de la Independencia Guerrero.

Área de participación: Gestión en Mercadotecnia, Administración y Recursos Humanos.

Resumen

Ser la primera empresa de México, que ofrezca a las familias mexicanas un mosquitero portátil, con el objetivo de tener un mejor ambiente en el hogar destacándonos siempre por nuestra calidad dentro de un mercado competitivo y altamente globalizado.

Los mosquitos son una clase de insectos que afecta a la mayoría de hogares dentro y fuera del país, generalmente estos insectos se alimentan de la sangre que ingieren de otros seres vivos, lo cual podría traer como consecuencia la transmisión de una gran variedad de enfermedades, generalmente los organismos de salud proponen medidas para disminuir la reproducción de mosquitos como la eliminación de cacharros y recipientes que puedan acumular agua en tiempo de lluvia, nosotros como empresa que se preocupa por el bienestar de todas y cada una de las familias de México decidimos elaborar un mosquitero para puertas a base de imanes que impida el acceso de los mosquitos a su hogar y que además esté al alcance de la economía de cada una de las familias del país. Y al no existir una empresa que ofrezca al público un producto similar en el estado lo consideramos como una buena oportunidad de negocio.

Introducción

Guerrero es uno de los estados del país que se ha visto más afectado por casos de dengue. El dengue es una de las enfermedades que más afecta a la población en tiempos de lluvia ya que esta provoca la reproducción del mosquito (***Aedes aegypti***) que es el mosquito que la transmite.

De acuerdo al informe emitido por la Secretaria de Salud del estado de Guerrero que dirige el Doctor Lázaro Mazón Alonso, ha declarado que el municipio de Iguala Gro ocupa uno de los primeros lugares a nivel nacional en enfermedades de dengue, en el año pasado (2012) Iguala llego a ocupar el tercer lugar a nivel nacional con 699 casos confirmados en el mes de julio, dentro del estado de guerrero los lugares que más se han visto afectados por casos de dengue son Iguala, Acapulco y Chilpancingo, esto es de acuerdo a una nota publicada por el periódico “el universal”

Hoy en día existe una gran variedad de productos en el mercado que se utilizan para atacar este problema, sin embargo y aunque mucha gente los utiliza muchos de ellos resultan ser tóxicos para la salud, entre ellos encontramos los radialitos y los insecticidas. Por su parte el sector salud se ha encargado de distribuir un producto comúnmente conocido como el abate el cual es un polvo blanco que se coloca dentro de bolsas plásticas y son sujetadas mediante botellas de plástico, de esta manera se colocan dentro de los recipientes que contienen agua y así evitan la reproducción del sancudo. Al parecer esta medida implementada por el sector salud resulta ser más eficaz que lo que se obtiene al utilizar cualquier otro

producto que se oferta en el mercado; sin embargo, para muchas personas, principalmente aquellas que viven en áreas rurales les resulta un poco inseguro el utilizar este producto pues ellos consideran que podrían dañar su salud.
En base al análisis hecho a este problema nuestra misión consistió en crear un producto 100% saludable que además de atacar al problema del dengue se ocupe de mantener un ambiente seguro y saludable en el hogar. Para ello nos hemos basado en las ya conocidas mayas para puertas y ventanas pero con una pequeña innovación ya que nuestro proyecto consiste en la elaboración de mosquiteros portátiles para puertas, estos mosquiteros van a ser elaborados a base de tela de fibra de vidrio y de imanes o contactel con la finalidad de que sea fácil y rápido de poner y que las personas lo puedan quitar cuando ellos deseen.
Se ha optado por utilizar la tela de fibra de vidrio ya que por sus características evitara la entrada de rayos ultravioleta al hogar y de esta manera será más saludable para las personas.
Los mosquiteros contendrán imanes en el centro y contorno de la tela de tal manera que los imanes del contorno se puedan colocar en el contorno de la puerta por lo cual servirá como un medio de sujeción, para ello deberán utilizarse imanes con gran fuerza de atracción, para evitar que el mosquitero pueda desprenderse al momento de tener roce con las personas.

Con relación a los imanes que se encuentran en la parte central del mosquitero se pretende que sea de imanes con una menor fuerza de atracción de modo que cuando las personas entren dentro del mosquitero, este pueda abrirse con gran facilidad y al momento de que la persona esté dentro, el mosquitero se cierre inmediatamente para impedir el acceso de los mosquitos.
Como podemos ver este producto será muy práctico para su uso y además de evitar la entrada de mosquitos al hogar también evitara el acceso de las moscas o cualquier otro tipo de insecto que pudiera provocar enfermedades en el ser humano, es por ello que podemos decir que nuestro producto mantendrá un ambiente más seguro y saludable en el hogar.

Sección Experimental.

Ser la primera empresa de México, que ofrezca a las familias mexicanas un mosquitero portátil, con el objetivo de tener un mejor ambiente en el hogar destacándonos siempre por nuestra calidad dentro de un mercado competitivo y altamente globalizado.
Los mosquitos son una clase de insectos que afecta a la mayoría de hogares dentro y fuera del país, generalmente estos insectos se alimentan de la sangre que ingieren de otros seres vivos, lo cual podría traer como consecuencia la transmisión de una gran variedad de enfermedades, generalmente los organismos de salud proponen medidas para disminuir la reproducción de mosquitos como la eliminación de cacharros y recipientes que puedan acumular agua en tiempo de lluvia, nosotros como empresa que se preocupa por el bienestar de todas y cada una de las familias de México decidimos elaborar un mosquitero para puertas a base de imanes que impida el acceso de los mosquitos a su hogar y que además esté al alcance de la economía de cada una de las familias del país. Y al no existir una empresa que ofrezca al público un producto similar en el estado lo consideramos como una buena oportunidad de negocio.

Ventajas competitivas del proyecto
Con la creación de la empresa lograremos:

Lograremos la Generación de 30 empleos directos y 60 empleos indirectos.

Generación de mayores ingresos para el municipio.

La elaboración de un producto no toxico que ayude al cuidado de la salud ya que con este producto no solo se evitara la entrada de mosquitos si no también lograremos evitar la entrada de cualquier tipo de insectos que pongan en riesgo tu salud.

Con este producto se reducirá el uso de los insecticidas lo cual traerá un mayor beneficio para la salud.

La meta de la empresa es posicionarse en un mercado regional, estatal, y nacional, y posteriormente posicionarse en el ámbito internacional para poder competir con las mejores empresas.

- **Experiencia en el sector productivo de cortinas:** para la producción de los mosquiteros contaremos con mano de obra calificada que garantice la calidad de nuestros productos. También esperamos contar con materia prima de la más alta calidad de tal manera que nuestros clientes queden satisfechos con los productos que les estamos ofertando.
- **Flexibilidad en la producción:** ya que no solo se utilizara la producción en línea sino que también se trabajara por pedidos para aquellas puertas que requieran condiciones especiales, para controlar el sistema sobre pedidos se hará a través de una página web.
- **Productos de alta calidad:** sabemos que la calidad es un aspecto muy importante que debe cuidar cualquier tipo de empresa ya sea de producción o de servicio, puesto que una empresa que ofrece productos de calidad es mucho más competitiva en el mercado que aquella que oferta productos de bajo costo este aspecto será primordial para nosotros.
- **Mano de obra calificada:** como se mencionó con anterioridad contaremos con mano de obra calificada que sea capaz de llevar acabo adecuadamente la producción con los menores desperdicios posibles y que puedan hacer frente a las distintas situaciones que se nos presenten.
- **Ser la primera empresa productiva en el estado:** ya que no existe una empresa que se dedique a la producción de este producto en el estado de guerrero esperamos ser los primeros productores y de esta manera comenzar a posicionarnos en esta región.
- **Liderazgo en costos:** nos hemos encargado de contactar a proveedores que nos ofrezcan la materia prima a un menor coste posible, a pesar de ello podemos observar que nuestro costo de producción es un poco más elevado con respecto a algunos competidores esto se debe a que nuestro

producto no es completamente igual al de la competencia sino que nuestro producto tiene algunas características que lo hará más atractivo para los clientes, estas características se mencionaran más adelante en el apartado que corresponde a la descripción del proyecto.

- **Es un producto novedoso:** el producto que ofrecemos es un producto novedoso y totalmente práctico ya que viene a mejorar las mallas que anteriormente y que aun actualmente se siguen utilizando en la mayoría de los hogares.

Viabilidad del Mercado

En este apartado se harán los cálculos financieros para determinar la rentabilidad del proyecto, entre ellos se encuentra el costo de producción y de inversión que nos indican el capital con que la empresa debe comenzar sus actividades. A si también analizaremos algunos estados financieros que nos permitan determinar qué tan viable es nuestro proyecto en ellos encontramos a la TIR y a la TREMA.

La tasa interna de retorno - TIR -, es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico

Los beneficios de la Tasa Interna de Retorno (TIR) son los siguientes: Se concentra en los flujos netos de efectivo del proyecto al considerarse la tasa interna de retorno como una tasa efectiva. Así mismo, este indicador se ajusta al valor del dinero en el tiempo y puede compararse con la tasa mínima de aceptación de rendimiento, tasa de oportunidad, tasa de descuento o costo de capital. Así mismo hay que tener en cuenta que la TASA INTERNA DE RETORNO no maximiza la inversión pero sí maximiza la rentabilidad del proyecto.

Resultados y discusión.

Guerrero es uno de los estados del país que se ha visto más afectado por casos de dengue. El dengue es una de las enfermedades que más afecta a la población en tiempos de lluvia ya que esta provoca la reproducción del mosquito (***Aedes aegypti***) que es el mosquito que la transmite.

De acuerdo al informe emitido por la Secretaria de Salud del estado de Guerrero que dirige el Doctor Lázaro Mazón Alonso, ha declarado que el municipio de Iguala Gro ocupa uno de los primeros lugares a nivel nacional en enfermedades de dengue, en el año pasado (2012) Iguala llego a ocupar el tercer lugar a nivel nacional con 699 casos confirmados en el mes de julio, dentro del estado de guerrero los lugares que más se han visto afectados por casos de dengue son

Iguala, Acapulco y Chilpancingo, esto es de acuerdo a una nota publicada por el periódico “el universal”

Hoy en día existe una gran variedad de productos en el mercado que se utilizan para atacar este problema, sin embargo y aunque mucha gente los utiliza muchos de ellos resultan ser tóxicos para la salud, entre ellos encontramos los radialitos y los insecticidas.
Por su parte el sector salud se ha encargado de distribuir un producto comúnmente conocido como el abate el cual es un polvo blanco que se coloca dentro de bolsas plásticas y son sujetadas mediante botellas de plástico, de esta manera se colocan dentro de los recipientes que contienen agua y así evitan la reproducción del sancudo.

Al parecer esta medida implementada por el sector salud resulta ser más eficaz que lo que se obtiene al utilizar cualquier otro producto que se oferta en el mercado; sin embargo, para muchas personas, principalmente aquellas que viven en áreas rurales les resulta un poco inseguro el utilizar este producto pues ellos consideran que podrían dañar su salud.

En base al análisis hecho a este problema nuestra misión consistió en crear un producto 100% saludable que además de atacar al problema del dengue se ocupe de mantener un ambiente seguro y saludable en el hogar. Para ello nos hemos basado en las ya conocidas mayas para puertas y ventanas pero con una pequeña innovación ya que nuestro proyecto consiste en la elaboración de mosquiteros portátiles para puertas, estos mosquiteros van a ser elaborados a base de tela de fibra de vidrio y de imanes o contactel con la finalidad de que sea fácil y rápido de poner y que las personas lo puedan quitar cuando ellos deseen.
Se ha optado por utilizar la tela de fibra de vidrio ya que por sus características evitara la entrada de rayos ultravioleta al hogar y de esta manera será más saludable para las personas.

Los mosquiteros contendrán imanes en el centro y contorno de la tela de tal manera que los imanes del contorno se puedan colocar en el contorno de la puerta por lo cual servirá como un medio de sujeción, para ello deberán utilizarse imanes con gran fuerza de atracción, para evitar que el mosquitero pueda desprenderse al momento de tener roce con las personas.

Con relación a los imanes que se encuentran en la parte central del mosquitero se pretende que sea de imanes con una menor fuerza de atracción de modo que cuando las personas entren dentro del mosquitero, este pueda abrirse con gran facilidad y al momento de que la persona esté dentro, el mosquitero se cierre inmediatamente para impedir el acceso de los mosquitos.
Como podemos ver este producto será muy práctico para su uso y además de evitar la entrada de mosquitos al hogar también evitara el acceso de las moscas o cualquier otro tipo de insecto que pudiera provocar enfermedades en el ser humano, es por ello que podemos decir que nuestro producto mantendrá un ambiente más seguro y saludable en el hogar.

Tablas

Tabla 1. Viabilidad de Mercado

Cortinas BRAGA S.A de C.V

- 2,750,000.00	Costo Inicial de un negocio
$ 2,180,417.88	Ingresos netos del primer mes
$ 9,878.42	Ingresos netos del segundo mes.
$ 193,505.63	Ingresos netos del tercer mes
$ 386,299.51	Ingresos netos del cuarto mes
$ 588,260.06	Ingresos netos del quinto mes
$ 799,387.27	Ingresos netos del sexto mes
$ 1,019,681.15	Ingresos netos del séptimo mes
$ 1,707,475.02	Ingresos netos del octavo mes
$ 2,395,268.90	Ingresos netos del noveno mes
$ 3,083,062.78	Ingresos netos del décimo mes
$ 3,770,856.66	Ingresos netos del décimo primer mes
$ 4,458,650.54	Ingresos netos del décimo segundo mes
0.47%	Tasa de retorno después de 4 meses
27.45%	Tasa de retorno después de 8 meses
37.24%	Tasa de retorno después de 12 meses
$2,750,000.00	Valor neto actual

Tabla 2. Cuadros de inversiones y fuentes de financiamiento

Cortinas BRAGA S.A de C.V

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
INGRESOS												
Ventas al contado	-	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00
Ventas a credito.	-	-	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00	2,345,000.00
Prestamos Bancarios	2,750,000.00	-										
Total Ingresos	**2,750,000.00**	**875,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**	**3,220,000.00**
EGRESOS												
Materia Prima	-	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00	2,202,624.00
Sueldos y Salarios	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12	251,870.12
Renta	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00
Publicidad	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00
Aseo y limpieza	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Telefono	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
Luz	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00
Agua	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Mantenimiento	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Envolturas y empaques	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00	46,080.00
Gastos de Transportacion	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00
Pago Intereses	-	55,000.00	45,833.33	36,666.67	27,500.00	18,333.33	9,166.67	-	-	-	-	-
Pago prestamo bancario	-	458,333.33	458,333.33	458,333.33	458,333.33	458,333.33	458,333.33	-	-	-	-	-
Compra de Activo Fijo	240,000.00	-	-	-	-							
Total Egresos	**569,582.12**	**3,045,539.46**	**3,036,372.79**	**3,027,206.12**	**3,018,039.46**	**3,008,872.79**	**2,999,706.12**	**2,532,206.12**	**2,532,206.12**	**2,532,206.12**	**2,532,206.12**	**2,532,206.12**
Flujo efectivo del mes	2,180,417.88	-2,170,539.46	183,627.21	192,793.88	201,960.54	211,127.21	220,293.88	687,793.88	687,793.88	687,793.88	687,793.88	687,793.88
Flujo de efectivo acumulado	**2,180,417.88**	**9,878.42**	**193,505.63**	**386,299.51**	**588,260.06**	**799,387.27**	**1,019,681.15**	**1,707,475.02**	**2,395,268.90**	**3,083,062.78**	**3,770,856.66**	**4,458,650.54**

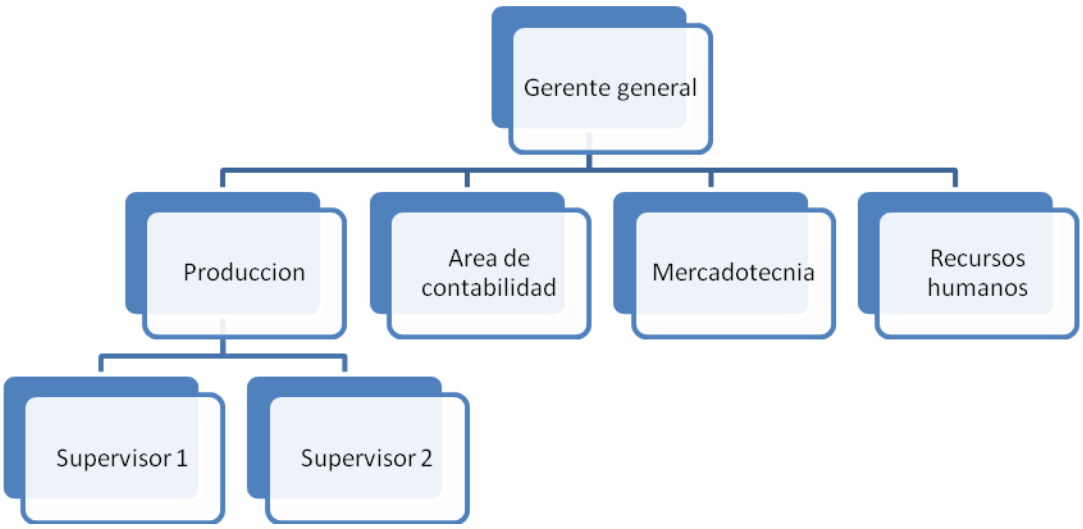
Tabla 3. Estado de situación financiera.

Cortinas BRAGA S.A de S.V

Estado de situación financiera al 31 del mes 12	
ACTIVO CIRCULANTE	
Bancos	458,650.00
Inversiones en valores	4,000,000.00
Cuentas por cobrar	2,345,000.00
Almacén	1,068,567.00
Total Activo circulante	7,872,217.00
Maquinaria y equipo	40,000.00
Depreciación acumulada	- 4,000.00
Mobiliario y Equipo	22,500.00
Depreciación acumulada	- 2,250.00
Equipo de reparto	150,000.00
Depreciación acumulada	- 37,500.00
Equipo de computo	27,500.00
Depreciación acumulada	- 8,610.00
Total Activo Fijo	187,640.00
TOTAL ACTIVO	**8,059,857.00**
Impuestos por pagar	2,256,760.00
Participación Trabajadores Utilidades	805,986.00
TOTAL PASIVO	**3,062,746.00**
Capital Social	
Reserva Legal	
Resultado del Ejercicio	4,997,111.00
	8,059,857.00

Cortines BRAGA S.A de C.V

		MES 1		MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
INGRESOS															
	Bodega Aurrera	1,225,000.00		1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	1,225,000.00	14,700,000.00
	Mercado Soriana	700,000.00		700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	700,000.00	8,400,000.00
	Comercial Mexicana	420,000.00		420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	420,000.00	5,040,000.00
	Otros clientes	875,000.00		875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	875,000.00	10,500,000.00
		3,220,000.00		3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	3,220,000.00	38,640,000.00
															-
COSTO DE VENTAS															
	Bodega Aurrera	933,150.50		933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	933,150.50	11,197,805.99
	Mercado Soriana	533,228.86		533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	533,228.86	6,398,746.28
	Comercial Mexicana	319,937.31		319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	319,937.31	3,839,247.77
	Otros clientes	666,536.07		666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	666,536.07	7,998,432.85
		2,452,852.74		2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	2,452,852.74	29,434,232.89
	UTILIDAD MARGINAL	767,147.26	31.28%	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	767,147.26	9,205,767.11
GASTOS DE VENTA		57,165.54	2.33%	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	57,165.54	685,986.53
	Sueldos y Salarios	32,108.54		32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	32,108.54	385,302.53
	Renta	1,000.00		1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	12,000.00
	Publicidad	2,500.00		2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	30,000.00
	Gastos de transportacion	18,432.00		18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	18,432.00	221,184.00
	Depreciacion equipo reparto	3,125.00		3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	3,125.00	37,500.00
GASTOS DE ADMINISTRACION		22,286.34	0.91%	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	22,286.34	267,432.08
	Sueldos y Salarios	20,067.84		20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	20,067.84	240,814.08
	Renta	1,000.00		1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	12,000.00
	Depreciacion equipo computo	717.50		717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	717.50	8,610.00
	Aseo y Limpieza	500.00		500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	6,000.00
	TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN	79,450.88	3.24%	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	79,450.88	953,410.61
	UTILIDAD EN OPERACIÓN	687,696.38	28.04%	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	8,252,356.51
GASTOS Y PRODUCTOS FINANCIEROS															
	Intereses pagados	55,000.00	2.24%	45,833.33	36,666.67	27,500.00	18,333.33	9,166.67	-	-	-	-	-	-	192,500.00
	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	632,696.38		641,863.04	651,029.71	660,196.38	669,363.04	678,529.71	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	687,696.38	8,059,856.51
	Impuesto Sobre La Renta	177,154.99	7.22%	179,721.65	182,288.32	184,854.99	187,421.65	189,988.32	192,554.99	192,554.99	192,554.99	192,554.99	192,554.99	192,554.99	2,256,759.82
	Participacion Trabajadores de Utilidades	63,269.64	2.58%	64,186.30	65,102.97	66,019.64	66,936.30	67,852.97	68,769.64	68,769.64	68,769.64	68,769.64	68,769.64	68,769.64	805,985.65
UTILIDAD NETA		392,271.75	15.99%	397,955.09	403,638.42	409,321.75	415,005.09	420,688.42	426,371.75	426,371.75	426,371.75	426,371.75	426,371.75	426,371.75	4,997,111.03



Conclusiones

Con la creación del instituto nacional del emprendedor, el gobierno mexicano abre nuevas posibilidades para creación de pequeñas y medianas, a través de los financiamientos que brinda, teniendo como objetivo único el desarrollo económico del país. Con ello se tendría la posibilidad de poder adquirir un financiamiento por parte del gobierno que nos permita poder instalar nuestra empresa.

Como podemos observar a través de los resultados que nos arrojaron las encuestas y el estudio de mercado, a la mayoría de las personas les interesaría adquirir el producto que pensamos lanzar al mercado, aunque algunas de ellas dijeron que el precio era de vital importancia para adquirir el producto, es por ello que hemos decidido vender el producto a un precio justo y que creemos es fácilmente alcanzable por nuestros clientes, también podemos ver que existen muchas personas que no tienen mosquiteros actualmente por lo que creemos una buena oportunidad para mostrarle nuestro producto.

implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

COSTO SOCIAL DE LAS PYMES EN IGUALA, GUERRERO.

M. De los A. Bárcenas nava[1], R. Marchán Lázaro[2], E. Trujillo Beltrán[3], R. García Martínez[4] y F. Manuel Regino[5]

Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala (ITI) Niño artillero No.8, Colonia Juan N. Álvarez, Iguala Gro. C.P. 40020, México, cpcfermaregis@live.com.mx, [1]Angeles.Barcenas@itiguala.edu.mx, [2]rmarchanl@hotmail.com, [3]elisatru@yahoo.com,[4]romelg_m@hotmail.com

***Área de participación**: Gestión en Mercadotecnia, administración y Recursos Humanos*

Resumen: Todas las Personas Físicas y Morales que desarrollan una actividad empresarial ya sea comercial, industrial o de servicios, para la realización de sus funciones necesitan la contratación de personal, la cual da origen y nacimiento a una relación patrón y Trabajador (Relación laboral).
La relación de trabajo es un nexo jurídico entre empleadores y trabajadores, en la que se estipulan derechos y obligaciones tales como; el trabajo a realizar, horario de entrada y salida, salario, días de descanso y sobre todo el trabajador lo que busca es que el patrón le garantice la seguridad social, entendida esta como la cobertura en; Riesgo de trabajo, Enfermedades y maternidad, Invalidez y vida, Retiro Cesantía en edad avanzada y Vejes (RCV) y Guarderías y prestaciones sociales.
La seguridad social es un derecho de todo trabajador, fundamentado en el Artículo 123 de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fracción XV, que a la letra dice: El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera que éste resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.
Dicha obligación patronal representa un costo en cada uno de los ejercicios fiscales lo cual trae como consecuencia una disminución de su poder adquisitivo.

Introducción.

El estado de Guerrero cuenta con una superficie de 63,596 km2. Se localiza al sur del país. El clima es de carácter cálido subhúmedo principalmente, con una temperatura media anual de 25 grados centígrados y una precipitación total anual de 1,200 mm1.
Tiene una población total de 3,388,768 personas, de las cuales el 51.4% son mujeres y el 48.6% hombres, según el Censo de Población y Vivienda 2010. El 58% de la población se encuentra en áreas urbanas.

En lo que respecta al nivel educativo, durante 2012-2013 tuvo un grado promedio de escolaridad de 7.5 por debajo del promedio nacional que es de 8.9, y un alto índice de analfabetismo (14.8%) en comparación con el total nacional (6.1%)[2].

Actividad Económica. El Producto Interno Bruto (PIB) de Guerrero en 2012 percapita representó el 1.43% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 1.18%[1].

Producto Interno Bruto
Proporción: 98.6%
Local: 1.4 %
Total nacional: 100%

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2014, Guerrero registró un aumento en su índice de actividad económica de 4.3% con respecto al mismo periodo del año anterior[1]

Indicador Trimestral de lá Actividad Económica Estatal

Denominación	Variación % 2do Trimestre 2014* P/	Posición a nível nacional
Total Nacional	**1.6**	
Guerrero	**4.3**	**6**
Actividades primarias	**12.9**	**4**
Actividades secundarias	**14.2**	**2**
Actividades terciarias	**0.9**	**27**

*Variación porcentual real respecto al mismo periodo del año anterior.

Según datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas[2], esta entidad federativa cuenta con 149,220 Unidades Económicas, lo que representa el 3.4% del total en nuestro país.
Al tercer trimestre de 2014, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 1,488,503 personas, lo que representó el 58.8% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 97.9% está ocupada y el 2.1% desocupada[3].
Entre las principales actividades se encuentran: comercio (16.78%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (16.42%); construcción (11.16%); transportes, correos y almacenamiento (9.90%). Juntas representan el 54.25% del PIB estatal[1].

Principales Actividades

- Comercio: 16.8 %
- Servicios inmobiliarios y de alquiler: 16.4 %
- Construcción: 11.2 %
- Transportes, correos y almacenamiento: 9.9 %
- Otras actividades: 45.7 %

Los sectores estratégicos son: agroindustrial (incluye pesca), el Estado cuenta con el Parque industrial Guerrero, turismo y minería[4]. (Económia, 2013)
Iguala de la Independencia está ubicada en la región Norte del Estado de Guerrero, es un valle rodeado por nueve montañas. Es la tercera ciudad más poblada del estado solo después de Chilpancingo y Acapulco.
Principales Sectores, Productos y Servicios de la Ciudad de Iguala:

- **Agricultura:** Desataca la producción del maíz, estropajo, sorgo, grano, cacahuate, jitomate, sorgo farrajero, tomate y ajonjolí.
- **Ganadería:** Existen especies pecuarias tanto de ganado mayor como de ganado menor, de la primera destacan los bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y equinos. Respecto a la segunda, existen aves de engorda y postura, así como colmenas.
- **Industria:** Constructoras, fábrica de materiales de construcción, fábricas de confección, embotelladoras refresqueras, fábricas de mole, etc.
- **Comercio:** Se cuenta con cuatro cadenas de tiendas comerciales de autoservicios, agencias automotrices, Refaccionarias (cadenas a nivel nacional) y una tienda de venta de artículos de oficina
- **Servicios:** Hoteles, campo aéreo, moteles, centros nocturnos, restaurantes, agencias de visajes, transporte turístico etc.
- **Turismo:** Se ofrece al turismo variedad de productos de oro, plata, cobre, museos, recorridos turisticos al Asta Bandera, laguna de Tuxpan, tiendas de artesanias y balnearios. (Económia, www.visitingmexico.com.mx, 2013)

El sector de estudio de la presente investigación se realizó tomando como base las pequeñas y medianas empresas (PYMES) ubicadas en la Ciudad de Iguala de la Independencia, Gro. Para lo cual se tomó como referencia la clasificación de las empresas según el acuerdo publicado el día 30 de Junio de 2009 en el diario oficial de la federación por la secretaria de economía de México. (mipymes, 2009)

Tabla: Clasificación de las Empresas Mexicanas

Tamaño de la Empresa	Sector Económico	Rango del Número de Trabajadores	Rango del Monto de Ventas Anuales (MDP)	Tope Máximo Combinado (MDP)
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta $4	$4.60
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde $4.01 hasta $100	$93
Pequeña	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde $4.01 hasta $100	$95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde $100.01 hasta $250	$235
Mediana	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde $100.01 hasta $250	$235
Mediana	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde $100.01 hasta $250	$250

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
[2] Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Quinta versión (DENUE interactivo 10/2013).
[3] Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el segundo trimestre 2014 [13 de agosto, 2014]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
[4] Delegación Federal en Guerrero, 2013.

El sistema de seguridad social en México está a cargo de entidades o dependencias públicas, federales o locales y de organismos descentralizados mediante los cuales se

busca garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión.
La cobertura de la Secretaría de Salud se orienta prioritariamente a la atención médica. (Diputados, 2012)

Institución	Número de derechohabientes/ Afiliados	Porcentaje De Población
[2]IMSS	58,293,160	50.8I
[1]ISSSTE	12,206,730	10.6
SEGURO POPULAR	51,823,314	45.2
PEMEZ, SEDENA , SEMAR	1,114,346	1.0
INST. PRIVADAS	2,049,024	1.8
OTRAS INST. PÚBLICAS	919,891	0.8

Fuente: Elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados con información del IMSS: Informe al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión sobre la Situación Financiera y los Riesgos del Instituto Mexicano del Seguro Social 2011-2012.
[1]La suma de los porcentajes puede ser mayor al 100% dado que existe la posibilidad de duplicidad en la condición de aseguramiento de la población.
[2]Incluye a la población adscrita al Programa IMSS-Oportunidades.

Como se puede apreciar la cuota obrero patronal representan más del 50% de la seguridad social de la fuerza laboral en México, es por lo que en el presente trabajo de investigación pretendemos dar a conocer a cuánto asciende el costo de la seguridad social y las prestaciones de la legislación laboral a que está obligado el patrón por una relación laboral.
De conformidad con la Ley Federal del Trabajo vigente para el año 2015, en su artículo 20 precisa que la relación de trabajo es; *cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario.*
Contrato individual de trabajo*, es cualquiera que sea su forma o denominación, por virtud del cual una persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado, mediante el pago de un salario.*
¿En realidad usted sabe cuánto paga un patrón el tener un trabajador contratado en su empresa? Quizá no se lo imagina, en la presente investigación le daremos a conocer un promedio de cuanto es lo que le cuesta a un patrón el tener contratado a un trabajador.

Fundamento Teórico.
La Seguridad social en México está fundamentada en el artículo 123 de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el que señala lo siguiente; *Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.*
Así mismo en la fracción XIV, hace mención de lo siguiente; ***Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten****; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o*

permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aún en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

De igual forma complementa en la fracción XV de nuestra constitución lo siguiente:
El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, ***que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores****, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.*

Cabe señalar que de los conceptos constitucionales arriba mencionados dan origen al nacimiento de la Ley Federal del Trabajo y posteriormente a la Ley del Seguro Social.
La Ley del seguro social en su artículo 6 señala que la seguridad del trabajador comprende el Régimen Obligatorio y el Régimen Voluntario.
Para el caso de nuestra investigación nos referiremos al régimen obligatorio, que de conformidad con el artículo 11 comprende los seguros siguientes:

I. Riesgos de trabajo;
II. Enfermedades y maternidad;
III. Invalidez y vida;
IV. Retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, y
V. Guarderías y prestaciones sociales (ISEF, 2014)

Una vez que el patrón contrata los servicios de un trabajador de conformidad con el artículo 15 de la Ley del Seguro social tendrá las siguientes obligaciones:

I. Registrarse e inscribir a sus trabajadores en el Instituto, comunicar sus altas y bajas, las modificaciones de su salario y los demás datos, dentro de plazos no mayores de cinco días hábiles;
II. Llevar registros, tales como nóminas y listas de raya en las que se asiente invariablemente el número de días trabajados y los salarios percibidos por sus trabajadores. Es obligatorio conservar estos registros durante los cinco años siguientes al de su fecha;
III. Determinar las cuotas obrero patronales a su cargo y enterar su importe al Instituto. (Ver tabla 1)

La seguridad social se paga en forma tripartita, es decir por el patrón, Trabajador y el Estado, aun cuando en el ámbito empresarial se habla de cuotas obrero patronales, la aportación que hace el Estado no se ve reflejado en el pago de las cuotas, en virtud que el Estado lo hace en forma directa al sector salud.
El pago de las cuotas obrero patronales se toma como base el salario diario integrado, tal como lo señala el artículo 27 de la ley del Seguro Social vigente para el ejercicio de 2015, que a la letra dice: *El salario base de cotización se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, alimentación, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo. (Ver tabla 2)*

Así mismo, se complementa con el Artículo 28, el cual manifiesta *"Los asegurados se inscribirán con el salario base de cotización que perciban en el momento de su afiliación, estableciéndose* ***como límite superior el equivalente a veinticinco veces el salario mínimo*** *general que rija en el Distrito Federal y* ***como límite inferior*** *el salario mínimo general del área geográfica respectiva."*

El salario base de cotización (SBC) se integra por lo menos con las prestaciones mínimas de ley como son la parte proporcional anual de la prima vacacional y el pago de aguinaldo como lo muestra la tabla 1.

Aunado a estas prestaciones que se otorgan al trabajador también se ve incrementado por la cuota al Instituto del Fondo Nacional de la vivienda para los trabajadores (INFONAVIT), la cual es pagada al 100% por el patrón de la siguiente forma: (Pérez Chavez, 2014)

Concepto	Prestaciones	Porcentaje de la aportación	Base salarial
Aportación patronal	Obtención de crédito para vivienda	5%	Salario base de aportación

Así mismo el Impuesto Estatal sobre nóminas que se paga a finanzas del Estado de Guerrero, en un porcentaje del 2% sobre el total de la nómina de forma mensual, más los porcientos adicionales como son; 15% Educación, 15% Ecología y 15% turismo. Todo esto también forma parte de alguna manera del costo social del sueldo del trabajador y por lo tanto viene a incrementar el costo para el patrón de dicha relación laboral.
A continuación daremos a conocer los porcientos a que están obligados a enterar al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) por cada una de las ramas de seguridad social.
a).- Riego de trabajo. Estas cuotas las paga 100% el patrón, dependiendo el grado de riesgo del objeto o actividad de la empresa, como lo señala la tabla contenida en el artículo 73 de la ley del Seguro Social y que a continuación se muestra:

Prima media	En por cientos
Clase I	0.54355
Clase II	1.13065
Clase III	2.59840
Clase IV	4.65325
Clase V	7.58875

b).- Enfermedades y maternidad. El patrón pagará mensualmente de acuerdo al art. 106 de la Ley del Seguro Social, una cuota diaria equivalente al trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal, además, una cuota adicional patronal equivalente al seis por ciento cuando el trabajador rebase tres salarios mínimos es decir un total de 20.40% y otra adicional obrera del dos por ciento, de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo. (Ver tabla 2)

d) **Invalidez y vida**. De conformidad con el artículo 147 de la ley del Seguro Social corresponde cubrir al patrón, para el seguro de invalidez y vida el uno punto setenta y cinco por ciento y el cero punto seiscientos veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente. (Ver tabla 2)

e)

d).- Seguro de Retiro, Cesantía en edad avanzada y Vejez. El artículo 168 de la Ley del Seguro Social señala que el patrón cubrirá una cuota del 2% y una adicional cuando el trabajador rebase tres salarios mínimos del 3.15% y el trabajador del 0.63% y una cuota adicional cuando rebase tres salarios mínimos de 1.13%(Ver tabla 2)

e).- Guarderías y prestaciones sociales. De conformidad con el artículo 211 de la Ley del Seguro Social señala que cuota únicamente la pagará el patrón y será del uno por ciento sobre el salario base de cotización. Para prestaciones sociales solamente se podrá destinar hasta el 20% de dicho monto. (Ver tabla 2).

Así mismo se considera de igual forma otras prestaciones que de conformidad con la Ley Federal del Trabajo vigente para el 2015, son obligatorias para el patrón tales como las vacaciones, Aguinaldo mínimo 15 días por año de servicio o en su caso parte proporcional sobre el tiempo laborado, La prima de antigüedad, la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de la empresa, por mencionar algunas.

Resultados y Discusión.

Como se puede apreciar en la tabla 3 y 4, se muestra una cedula de liquidación de una empresa mediana con una actividad empresarial del ramo industrial, dedicada a la fabricación y maquila de ropa de vestir para dama y caballero, la cual cuenta aproximadamente con un promedio de doscientos trabajadores.

De acurdo la cedula que mostramos en la tabla 4 podemos observar que el pago de las cuotas obrero patronales fueron de la siguiente forma.

Enfermedades y maternidad	113,865.19
Riesgo de trabajo	14,720.02
Guarderías y prest. Sociales	11,812.65
Invalidez y vida	10,969.22
Total	151,367.08

Esta cantidad es una parte del costo social que paga el patrón por la contratación de trabajadores para el desarrollo de su actividad empresarial, pero recordemos que es solo con las prestaciones mínimas de ley.

Que puede hacer un empresario con $151,367.08 mes con mes en lugar de pagar las cuotas al seguro social, quizás compra de materia prima, mantenimiento a su maquinaria, pago de su nómina o simplemente mejorar su tecnología.

Tabla 1. Integración de salario por años de antigüedad, que sirven de base para el pago de las cuotas Obrero - Patronales

Años de antigüedad	Días de		Prima vacacional	Factor de integración
	Aguinaldo	Vacaciones		
1	15	6	25%	1.0452
2	15	8	25%	1.0466
3	15	10	25%	1.0479
4	15	12	25%	1.0493
5-9	15	14	25%	1.0507
10-14	15	16	25%	1.0521
15-19	15	18	25%	1.0534
20-24	15	20	25%	1.0548
25-29	15	22	25%	1.0562
30-34	15	24	25%	1.0575
35-39	15	26	25%	1.0589

Tabla 2. Ramas de seguro y porcentajes del pago de cuotas obrero patronales

SEGURO	PRESTACIONES	CUOTAS				BASE SALARIAL
		PATRÓN		TRABAJADOR	TOTAL	
Riesgo de Trabajo [1]	En especie y dinero	Conforme con su siniestralidad laboral		%	Prima correspondiente	Salario base de cotización (SBC)
Enfermedades y maternidad	En especie	Cuota fija por cada trabajador hasta por 3 SMG/DF[2]	20.40%	0%	20.40%	SMGVDF
		Cuota adicional por la diferencia del SBC y SMGVDFV	1.10%	0.40%	1.50%	Diferencia entre el SBC y 3 VSMGVDF
	Gastos médicos para pensionados y beneficiarios	1.05%	0.38%	1.425		SBC
	En dinero	0.70%		0.25%	0.95%	SBC
Invalidez y Vida	En especie y dinero	1.75%		0.63%	2.38%	SBC
Retiro, Cesantía en edad avanzada y Vejez	Retiro	2.00%		0.00%	2.00%	SBC
	CEAV	3.15%		1.13%	4.28%	SBC
Guarderias y prestaciones sociales	En especie	1.00%		0.00%	1.00%	SBC

Notas:
1 En enero y febrero de 2014 se aplicará la declarada en febrero de 2013. La prima a considerar del 1o de marzo 2014 al 28 de febrero de 2015 se calculará según la fórmula de los artículos 72 de la LSS y 32 del RACERF1, y se presentará al IMSS, en la declaración respectiva a más tardar el último día de febrero de 2014
2 Salario Mínimo General Vigente en el DF
3 Veces el Salario Mínimo General Vigente en el DF

Tabla 3. Cedula de liquidación del IMSS

SISTEMA ÚNICO DE AUTODETERMINACIÓN
CÉDULA DE DETERMINACIÓN DE CUOTAS

V 3.4.0

Periodo de Proceso: Agosto-2013 **Fecha de Proceso:** 28/oct/2013

Registro Patronal:	B64-26081-10-9	**RFC:**	ORO-120111-USA	**Area Geográfica:**	B (Anterior C)
Nombre o Razón Social:	[redacted]			**Delegación IMSS:**	GUERRERO 12
Actividad:	MAQUILA Y CONFECCION DE ROPA DE MATERIAL			**SubDelegación IMSS:**	IGUALA 03
Domicilio:	PROL DEL FERROCARRIL SN NAVES C Y D COL EJIDAL			**Pob., Mun. / Deleg.D.F.:**	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA
Código Postal:	40040	**Entidad:**	GUERRERO	**Prima de R.T.**	1.13065 %

No. de Seguridad Social	NOMBRE	RFC/CURP	CLAVE DE UBICACIÓN

						Enfermedades y Maternidad											SUMAS		
Clave	Fecha	Días	SDI	Inc.	Aus.	C.F.	Exc.Pat.	Exc. Obr.	P.D. Pat.	P.D. Obr.	G.M.P. Pat.	G.M.P. Obr.	R.T.	I.V. Pat.	I.V. Obr	G.P.S.	Patronal	Obrera	SubTotal

Tabla 4 Cedula de liquidación total del pago de cuotas obrero patronales

SISTEMA ÚNICO DE AUTODETERMINACIÓN
CÉDULA DE DETERMINACIÓN DE CUOTAS

V 3.4.0

Periodo de Proceso: Agosto-2013 **Fecha de Proceso:** 28/oct/2013

Registro Patronal:	B64-26081-10-9	**RFC:**	ORO-120111-USA	**Area Geográfica:**	B (Anterior C)
Nombre o Razón Social:	[redacted]			**Delegación IMSS:**	GUERRERO 12
Actividad:	MAQUILA Y CONFECCION DE ROPA DE MATERIAL			**SubDelegación IMSS:**	IGUALA 03
Domicilio:	PROL DEL FERROCARRIL SN NAVES C Y D COL EJIDAL			**Pob., Mun. / Deleg.D.F.:**	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA
Código Postal:	40040	**Entidad:**	GUERRERO	**Prima de R.T.**	1.13065 %

No. de Seguridad Social	NOMBRE	RFC/CURP	CLAVE DE UBICACIÓN

						Enfermedades y Maternidad											SUMAS		
Clave	Fecha	Días	SDI	Inc.	Aus.	C.F.	Exc.Pat.	Exc. Obr.	P.D. Pat.	P.D. Obr.	G.M.P. Pat.	G.M.P. Obr.	R.T.	I.V. Pat.	I.V. Obr	G.P.S.	Patronal	Obrera	SubTotal
72-13-92-0959-6																			
72-10-89-0820-2																			
72-13-95-1513-3																			
Alta	08/08/2013																		
72-03-76-0203-3																			
Alta	08/08/2013																		
Baja	21/08/2013																		
72-12-91-1308-9																			
72-06-88-0334-4																			
		8,098				104,921.48		0.00		1,686.86		2,531.17		11,812.65		6,750.22		8,437.13	
							0.00		4,725.58		7,088.27		7,631.75		4,219.10		142,929.95		151,367.08
																			0.00

Total de Días cotizados para el calculo de trabajadores promedio expuestos al riesgo 7,942

Total de Cotizantes: 270

S.M.G.D.F.: 64.76 01/01/2013

Art. 33	Trabajadores con Articulo 33
P/IV	Trabajadores Pensionados en I.V.
P/CV	Trabajadores Pensionados en C.V.
S/R	Trabajadores con Semana Reducida
J/R	Trabajadores con Jornada Reducida
E/C	Trabajadores Eventuales del Campo
SDI	Salario Diario Integrado
INC	Incapacidades
AUS	Ausentismos

Para el cálculo del seguro de I.V. se utilizará el tope salarial establecido en la Ley del Seguro Social.

C. F.	Cuota Fija
EXC. PAT.	Excedente Patronal
EXC. OBR.	Excedente Obrera
P.D. PAT	Prestaciones en Dinero Patronal
P.D. OBR	Prestaciones en Dinero Obrera
G.M.P. PAT.	Gastos Médicos Pensionados Patronal
G.M.P. OBR.	Gastos Médicos Pensionados Obrera
R.T.	Riesgos de Trabajo
I.V. PAT	Invalidez y Vida Patronal
I.V. OBR.	Invalidez y Vida Obrera
G.P.S.	Guarderias y Prestaciones Sociales

Total a pagar: 151,367.08

Referencias.

1.Diputados, C. d. (01 de 02 de 2012). *http://www.cefp.gob.mx*. Recuperado el 14 de 01 de 2015, de http://www.cefp.gob.mx/indicadores/gaceta/2013/iescefp0152013.pdf
2.Económia, S. d. (01 de 03 de 2013). *http://www.economia.gob.mx*. Recuperado el 14 de 01 de 2015, de http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/guerrero#
3.Económia, S. d. (30 de 03 de 2013). *www.visitingmexico.com.mx*. Recuperado el 14 de 01 de 2015, de http://www.visitingmexico.com.mx/blog/iguala-region-norte-municipio-de-guerrero-mexico.htm
4.ISEF. (2014). *Ley del Seguro Social.* México: ISEF Consignación.
mipymes. (30 de 09 de 2009). *http://para-mipymes.blogspot.mx*. Recuperado el 12 de 01 de 2015, de http://para-mipymes.blogspot.mx/2009/09/clasificacion-de-empresas-mexicanas.html
5.Pérez Chavez, C. (2014). *Ley del INFONAVIT.* México: Tax Editores Unidos,S.A., de C.V.

ALGUNAS OPERACIONES CON MATRICES USANDO GEOBEBRA COMO HERRAMIENTA.

C.R. Moncada[1] y L.A. Rodríguez[1, 2].

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), Calzada Tecnológico No. 27, CP 62780, Zacatepec de Hidalgo, Estado de Morelos, México – Departamento de Ciencias Básicas - [1]— clara.moncada@gmail.com; [2]– lardjoju@gmail.com.

***Área de participación**: Objetos de Aprendizaje y TIC's Aplicadas a la Enseñanza.*

Resumen
Para facilitar la mejor comprensión y el aprendizaje de los estudiantes sobre el tema de las operaciones con matrices, uno de los caminos, es a través del uso de recursos tecnológicos. Entre la diversidad de recursos tecnológicos que existen en la web sobresale el software dinámico de GeoGebra, tanto por sus aplicaciones en matemáticas como por la ventaja de poder descargarse sin costo alguno. Las herramientas del software utilizadas, en esta aportación, estarán enfocadas en la Vista Algebraica y Vista de Cálculo Simbólico (CAS), procedimientos que fortalecen el estudio y aprendizaje en la asignatura de Álgebra Lineal.
En este trabajo se hace referencia solo a algunas de las operaciones con matrices, específicamente el producto de un escalar por una matriz, la suma, la resta y el producto con matrices, para la verificación del proceso operatorio usando GeoGebra, lo que conlleva a la posterior administración de prácticas o actividades, dentro y fuera del aula, en las que el estudiante trabaje de manera individual o en equipo para el logro de la competencia de la unidad temática.
Las definiciones y conceptos han sido considerados de una de las referencias bibliográficas del programa de la asignatura de Álgebra Lineal [1].

Palabras claves: Álgebra lineal, Operaciones con matrices, GeoGebra, Álgebra de matrices.

Introducción

Los contenidos del programa de la asignatura de Álgebra Lineal de las carreras de ingeniería abordan conceptos básicos esenciales, para la aplicación en modelos lineales de situaciones concretas y de la vida real, que podrán retomar en posteriores materias del plan de estudios de la carrera de ingeniería que cursen, para ello, el contexto matricial se presta de manera esencial, en la resolución de problemas, por lo que el dominio de la operatividad del álgebra de matrices es clave, en varias dimensiones.

La comprensión de la operatoria con matrices se potencia con la ayuda de TIC, siendo GeoGebra uno de los software dinámico más potentes que existen en la web, para el aprendizaje del tema, facilitando este proceso sin importar las dimensiones de las matrices operadas.

En este trabajo se plantean situaciones de matrices con valores constantes, para comprobación de las operaciones realizadas, que se ejemplifican en la suma, resta, producto con matrices y un escalar por una matriz.

Conceptualizando las operaciones con matrices

Sin perder de vista el punto medular para el aprendizaje de las operaciones con matrices, con el apoyo de software, este trabajo plantea la secuencia en la cual se aborda el contenido temático, sin que el uso de las TIC sea un distractor, pero si un estimulador motivacional para aprender.

El planteamiento que se formulará es para matrices cuadradas, que son un caso particular de matrices, por lo que a continuación se presenta la notación generalizada de órdenes mxn y nxn, de matrices rectangulares (ecuación 1) y cuadradas (ecuación 2) respectivamente.

Ecuación 1: $R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$ **Ecuación 2:** $C = \begin{pmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & c_{nn} \end{pmatrix}$

En la suma y resta, el tamaño de las matrices debe ser el mismo, pero en el producto de matrices, debe haber igual número de columnas de la primera con el número de columnas de la segunda.

Por ejemplo, el producto entre las matrices R y C es posible, ya que el número de columnas de R es igual al número de filas de C, sin embargo, la suma y resta entre ellas no es posible, por ser de diferentes tamaños.

Para prevenir una posible distracción, a continuación se explica primero la sintaxis para trabajar con matrices en los diferentes ambientes de las Vistas de GeoGebra, con apoyo de información puntual existente en la plataforma de GeoGebra [3], y que seguidamente se describe en la representación de matrices en GeoGebra, como una lista de listas, donde cada lista contiene una fila de la matriz. Se observará que GeoGebra nombra las matrices con letras minúsculas del alfabeto.

Aplicación de herramientas para matrices con GeoGebra

Para introducir en GeoGebra la siguiente matriz $\boldsymbol{a} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix}$, a través de la Entrada o en la Vista CAS, se abre una lista que contenga las listas {1, 1,1}, {2, 2,2} y {3, 3,3} de cada una de las filas 1, 2 y 3.

La sintaxis correspondiente para esa matriz queda expresada por a = {{1, 1, 1}, {2, 2, 2}, {3, 3, 3}} y b = {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}, que matemáticamente se denota como $\boldsymbol{b} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$, y que en GeoGebra se muestran en las figuras 1 y 2.

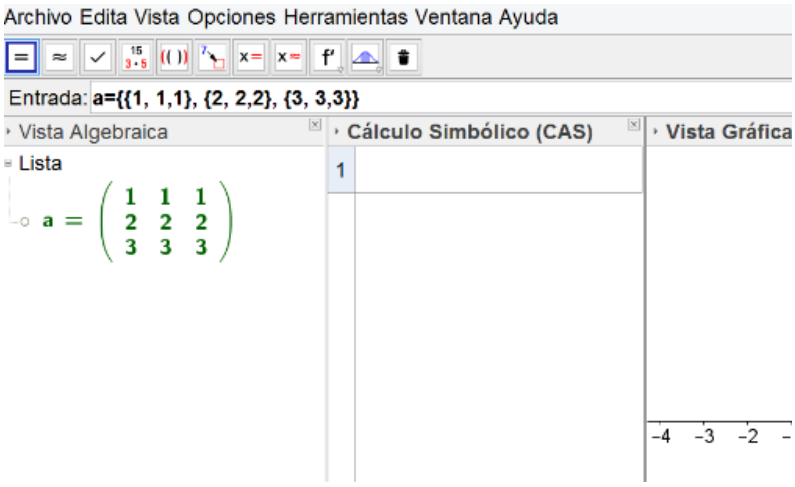


Figura 1: La matriz a en Vista Algebraica.

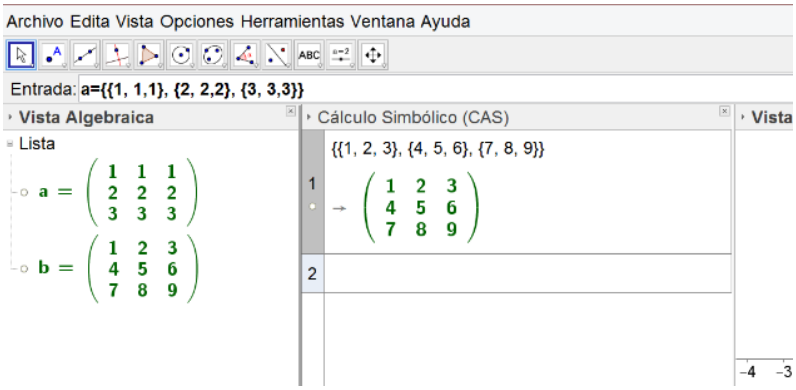


Figura 2: La matriz b en Vista CAS.

En la figura 2, se renombra la matriz que se introdujo por la Vista CAS, ya que en este acceso no se asigna nombre a la matriz.

Las operaciones se representan usando los mismos operadores aritméticos del álgebra de números reales, es decir, la suma por “+”, la resta por “-“ y el producto por “*”.

Otra manera de crear una matriz en GeoGebra es a través de la Hoja de Cálculo, como se muestra en las figuras 3 y 4.

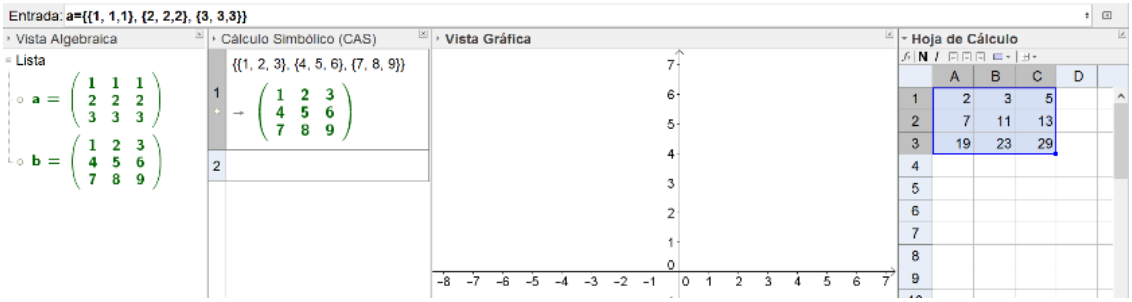


Figura 3: Datos en Hoja de Cálculo para matriz.

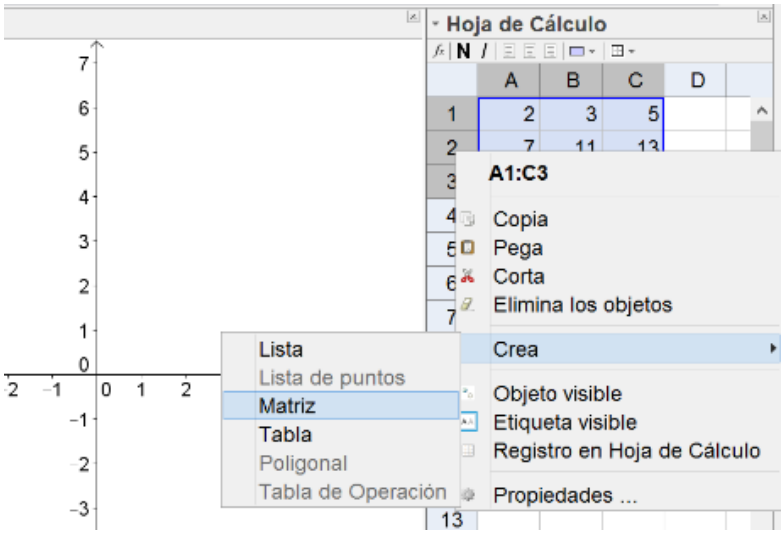


Figura 4: Creando matriz.

Y la matriz creada, renombrada por "**c**", como se muestra a la figura 5.

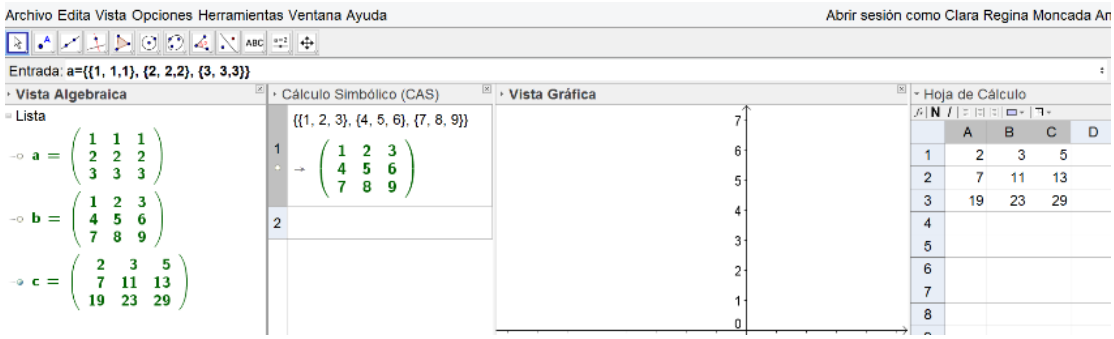


Figura 5: La matriz c creada desde la Hoja de Cálculo.

Conceptualización de las operaciones con matrices

De acuerdo a Grossman [1], la formalización analítica de las operaciones con matrices, se definen de la siguiente manera:

Dadas dos matrices A = (a_{ij}), B = (b_{ij}), y el escalar k, donde i representa las filas y j las columnas, se define:

a) La suma A+B = (a_{ij} + b_{ij})
b) La resta A-B = (a_{ij} - b_{ij})
c) Producto de un escalar por una matriz k*A = (k*a_{ij})
d) Producto de matrices A*B = (a_{ij} * b_{ij}), resaltando que la operación es viable si el número de columnas de A es igual al número de filas de B.

En el caso de matrices cuadradas, de igual número de filas y columnas, en particular de tamaño 3x3, el desarrollo de las operaciones antes señaladas se denotan:

a) Para la suma como:

$$A + B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a+b)_{11} & (a+b)_{12} & (a+b)_{13} \\ (a+b)_{21} & (a+b)_{22} & (a+b)_{23} \\ (a+b)_{31} & (a+b)_{32} & (a+b)_{33} \end{pmatrix}$$

b) Para la resta como:

$$A - B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a-b)_{11} & (a-b)_{12} & (a-b)_{13} \\ (a-b)_{21} & (a-b)_{22} & (a-b)_{23} \\ (a-b)_{31} & (a-b)_{32} & (a-b)_{33} \end{pmatrix}$$

c) Para el producto de un escalar por una matriz, como:

$$kA = k\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ka_{11} & ka_{12} & ka_{13} \\ ka_{21} & ka_{22} & ka_{23} \\ ka_{31} & ka_{32} & ka_{33} \end{pmatrix}$$

d) Para el producto de matrices como:

$$A * B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} (a_{11}*b_{11}+a_{12}*b_{21}+a_{13}*b_{31})_{11} & (a_{11}*b_{12}+a_{12}*b_{22}+a_{13}*b_{32})_{12} & (a_{11}*b_{13}+a_{12}*b_{23}+a_{13}*b_{33})_{13} \\ (a_{21}*b_{11}+a_{22}*b_{21}+a_{23}*b_{31})_{21} & (a_{21}*b_{12}+a_{22}*b_{22}+a_{23}*b_{32})_{22} & (a_{21}*b_{13}+a_{22}*b_{23}+a_{23}*b_{33})_{23} \\ (a_{31}*b_{11}+a_{32}*b_{21}+a_{33}*b_{31})_{31} & (a_{31}*b_{12}+a_{32}*b_{22}+a_{33}*b_{32})_{32} & (a_{31}*b_{13}+a_{32}*b_{23}+a_{33}*b_{33})_{33} \end{pmatrix}$$

En tal caso, al particularizar en el ambiente de aprendizaje de GeoGebra con las matrices antes creadas: "**a**", "**b**" y "**c**"; al realizar las operaciones:

- a + b;
- c – b;
- b * a;
- k*a, con k = -1

Obteniendo los resultados que se muestran, tanto en la Vista Algebraica como en la Vista CAS, de la siguiente figura 6.

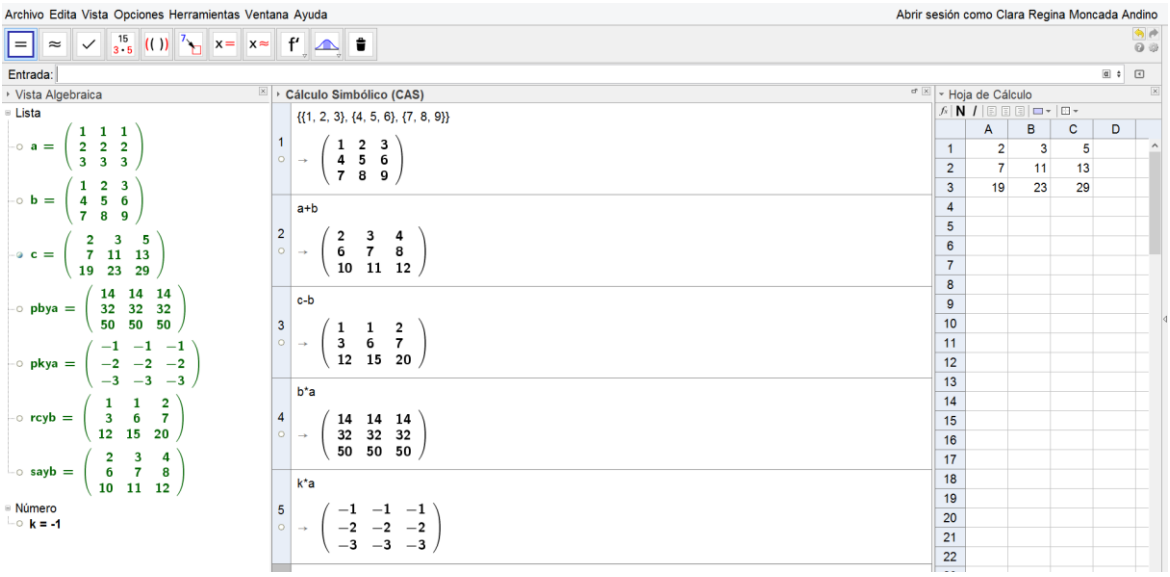


Figura 6: Resultados de las operaciones con matrices propuestas.

Los resultados obtenidos en ambas Vistas, son iguales, el significado de la nomenclatura de nombres utilizados es:

- **sayb** a la suma a + b;
- **rcyb** a la resta c – b;
- **pkya** al producto del escalar k por la matriz a;
- **pbya** al producto b*a.

Es claro, que la experiencia de aprendizaje realizada en forma práctica, es más relevante, interesante y enriquecedora que a través de la lectura de su teoría, lo que resalta la conveniente incorporación del uso de las TIC como herramientas de trabajo en el proceso educativo en general como en esta asignatura en particular.

Conclusiones y Recomendaciones

Aunque el tema de operaciones con matrices pareciera de fácil grado de aprendizaje, no siempre los resultados son satisfactorios, lo que al momento de realizar aplicaciones con modelos en la vida real, no se logra un alto porcentaje en el logro de la resolución de los problemas, por lo que, comprendiendo claramente el proceso operacional, se reducen los posible distractores para que el estudiante se aproxime al planteamiento y solución de problemas resueltos mediante operaciones con matrices.

La ventaja de contar con un software amigable en su uso y a la vez gratuito como GeoGebra, beneficia en lo metodológico y procedimental del proceso enseñanza-aprendizaje de las operaciones con matrices, al permitir la verificación inmediata de las respuestas y la comprensión de resultados por parte del estudiante, tras ejercitarse usando lápiz y papel, pues ambos procedimientos son necesarios en la formación integral actual.

El planteamiento práctico experimental de procesos teóricos formulados en las asignaturas de matemáticas, de lo simple a la generalización, pudiendo comprobar esta última con uso de las TIC, hace que la memorización tradicional, deje de ser relevante, al lograr se aprenda de manera consciente y significativa, gracias a la rápida constatación del porqué de uno o varios resultados obtenidos.

La posibilidad de diversificar, vía la edición de datos, los valores de la matriz, para la obtención de otros resultados, propicia el debate entre pares, dentro y fuera del aula, potencia el fortalecimiento del pensamiento crítico del proceso educativo, dando paso a oportunidades que posibiliten alcanzar, por parte del estudiante, no solo el aprendizaje de las operaciones con matrices, sino también, su propia autoregulación y alto nivel metacongnitivo de su aprendizaje individual y colaborativo, al compartir lo aprendido de manera interdependiente.

La aceptación de la implementación de GeoGebra como herramienta de trabajo en algunos temas de la asignatura de Álgebra Lineal, invita a la incorporación de este recurso tecnológico en el acto docente.

Quedan preguntas, resultados y discusiones pendientes por resolver, que lleven a valorar los parámetros del nivel de impacto del aprendizaje de la operatoria planteada, utilizando el software de matemáticas de GeoGebra, como herramienta tecnológica implementada en el proceso educativo.

Referencia

1. Grossman, S. (2011). Matemáticas 4. Álgebra Lineal. Editorial McGrawHill. México.

Referencias en Internet

2. Sitio oficial en Internet de GeoGebra, http://www.geogebra.org/cms/.

3. Sitio oficial en Internet de GeoGebra, con manual para trabajar con matrices.
Tomado el 9 de Enero, 2015 de http://wiki.geogebra.org/es/Matrices.

4. Sitio oficial en Internet de GeoGebra para descargar la versión 5.0, en 3D,
http://download.geogebra.org/installers/5.0/?C=M%3BO%3DD.

DISTILLATION SEQUENCES BY MARGINAL-VAPOR FLOW METHODOLOGY PROGRAMMED IN MICROSOFT EXCEL®

Y. R. Galindo-Luna [1], C.V. Valdez-Morales [1], A. Rodríguez-Martínez[2,*], J. Ibarra-Bahena[1], R.J. Romero [2]

[1] Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas,
yuridiana.galindo@uaem.mx,carmen.valdez@uaem.mx,jibarra@uaem.mx.
2 Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62209, México,
rosenberg@uaem.mx, (*) antonio_rodriguez@uaem.mx.

***Área de participación**: Objetos de aprendizaje y TIC´s Aplicaciones a la Enseñanza*

Abstract
In the present work, the "Marginal Vapor Flow Methodology" (MVFM) proposed by Underwood to determine sequences of separation processes for ideal mixtures is described. The MVFM was programmed in Microsoft Excel®, it has 18 ideal compounds (ketones, alcohols, alkanes, acetates, organic acids, aromatic and water) and it calculate more than one million of possible combinations. The interface allows the user to take the better separation sequence. The program has been validated using a mixture of 5 components from literature with maximum difference of 2.12 %. This program can be used as teaching-tool in chemical engineering.

Introduction

In any separation process it is necessary to realize a components analysis for the purpose for defining the equipment and the operation conditions. In these units the total costs can be high. These costs are markedly influenced by the order in which they separate the different fractions [1] for example, if the presence of a component requires the use of special material in the equipment, thus increases the value. If the mixture has a component in a high proportion in all columns where oil has to produce significant energy consumption in heating and cooling then others requirements are necessary to production.
The MVFM is a shortcut method to determine separation sequences. The minimal value of vapor flow means a less energy consumption and reducing the cost of energy in separation systems with the emphasis on distillation this method to compare sequences based the impact of the presence of additional key components.
Several authors reported about this reducing costs as Angelo et al. [2] he reported a novel contributions of the proposed design methodology for finding global minimum energy column sequences include: (1) the definition of a total stripping line distance function for any sequence, (2) a robust energy targeting strategy that provides a continuously differentiable description of column sequences, (3) the flexibility to use any phase equilibrium model, (4) the ability to find column sequences that contain non-pinched, minimum energy columns with in a sequence, and (5) the ability to include heat integration.
Hariharan Shankar [3] proposed a heuristic-evolutionary method to optimize heat-integrated distillation sequences. The key to this method is the use of a quantitative measure which evaluates the Overall Difficulty of Separation for a separation problem and Demirel Y. [2] presents an overview of the conventional approaches and the thermodynamic analysis to

reduce energy cost, thermodynamic cost, and ecological cost in separation systems with the main emphasis on distillation operations. Some case studies of cost reduction based on the thermodynamic analysis are also included.

Methodology

The evaluation of sequences separation by distillation must consider factors as security and environment, but is necessary an economic evaluation for discriminate among alternatives sequences separation. Several methods exist, in this case the heuristic method BGW and minimum vapor flow (Vmin) is used for calculate the better sequence separation. Vmin has been calculated using the Underwood equations (Equations 1 and 2). Relative volatilities and (L/V) in the column have been considering constants.

$$\sum_i \frac{\alpha_{i,k}}{\alpha_{i,k}-\emptyset} f_i = (1-q)F \qquad (1)$$

$$\sum_i \frac{\alpha_{i,k}}{\alpha_{i,k}-\emptyset} d_i = V_{min} \qquad (2)$$

Where $\alpha_{i,k}$ volatility of *i* with respect to *j*, f_i molar flow of *i* in F, d_i molar flow of I in distillation, *q* liquid fraction of F in the feed stage, F molar flow of feed, V_{min} minimum vapor flow and $\emptyset$ variable to converge.

These terms showing that, the more the relative volatility differs from the volatilities of the key components, the larger the denominator and thus the lower the marginal flow. Also see that the marginal flow rate is directly proportional to the flow rate of the species in the feed. The higher the volatility of the non-key species present, the more it increases the marginal flow rate.

Each species *i* is not a key component for a column but is present in feed. The sum of such terms will indicate the increase in the minimum vapor flow caused by the presence of these non-key species for that column. Prefer those sequences having the lowest total marginal flows for all columns. The number of possible sequences to separate components in products is performed with the Equation 3:

$$N_{sequences} = \frac{(2(n-1))!}{n!(n-1)!} \qquad (3)$$

Figure 1 shows the MVFM-block diagram; it describes the steps to obtain the distillation separation sequences. All the posibles sequences are presented in a table format (see Figure 3). Simulator selects the sequence with minimum value of marginal vapor flow.

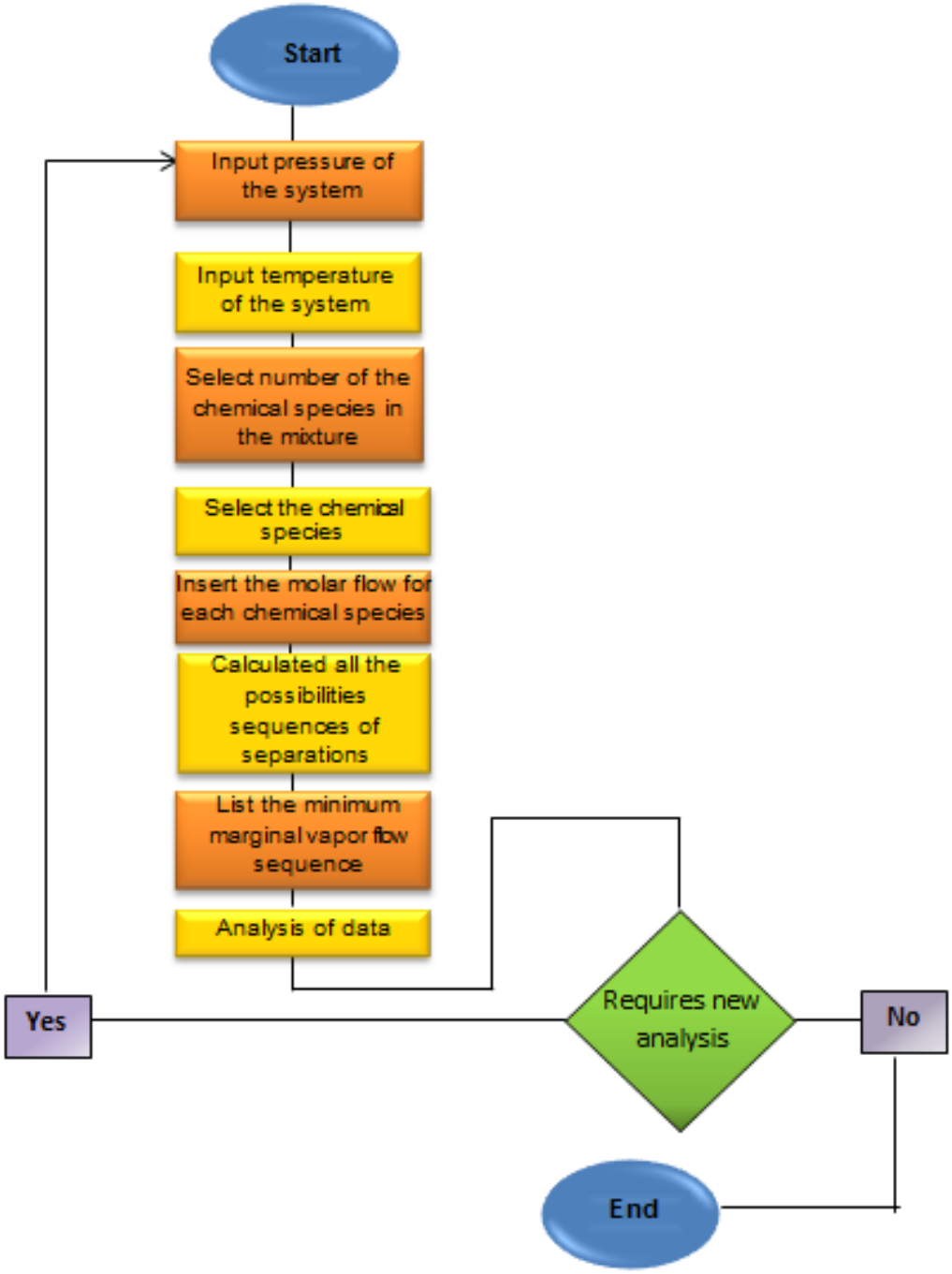
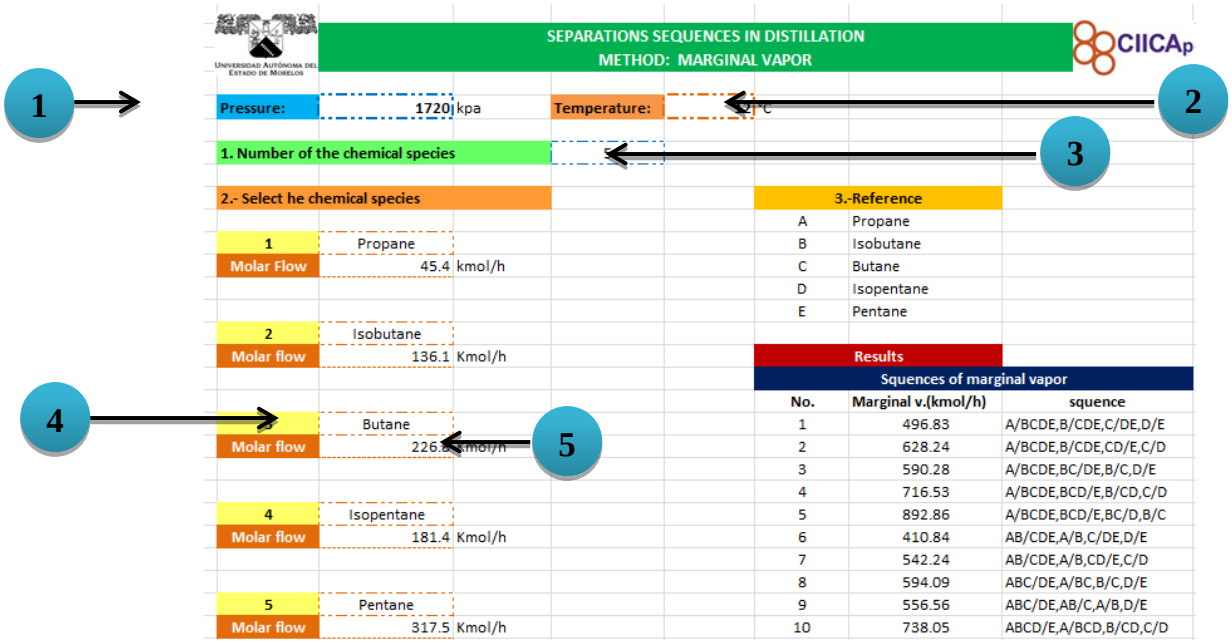


Figure1. MVFM-block diagram.

Results and discussion

Figure 2 shows the Interface Human-Machine (IHM) of the program. The users can select/choose the following operation-parameters (1) pressure of the system (kPa), (2)

temperature system (°C), (3) select number of the chemical species, (4) select the chemical species and (5) molar flow the each chemical species..



Fiure.2. IHM of the simulator.

The simulator was validated with a case study of Equilibrium-Stage Separation Operations books in Chemical Engineering [4, 5]. Figure 3 shows total vapor-marginal flow for each suggested sequences, for the separation of five components (A: Propane, B: Isobutane, C: Butane, D: Isopentane, E: Pentane).

With simulator´s results can be enumerate the marginal-vapor flow values, for the fourteen possible sequences for this example. The minimum vapor flow value calculated was 410.84 kmol/h corresponding at the sequence number 6 (distillation sequence with minimum energy supply, AB/CDE, A/B, C/DE, D/E) and the maximum was 944.94 kmol/h corresponding at the sequence number 13. The deviation respect to the literature values reported was 2.12%.

3.-Reference		
A	Propane	
B	Isobutane	
C	Butane	
D	Isopentane	
E	Pentane	
Results		
Squences of marginal vapor		
No.	Marginal v.(kmol/h)	squence
1	496.83	A/BCDE,B/CDE,C/DE,D/E
2	628.24	A/BCDE,B/CDE,CD/E,C/D
3	590.28	A/BCDE,BC/DE,B/C,D/E
4	716.53	A/BCDE,BCD/E,B/CD,C/D
5	892.86	A/BCDE,BCD/E,BC/D,B/C
6	410.84	AB/CDE,A/B,C/DE,D/E
7	542.24	AB/CDE,A/B,CD/E,C/D
8	594.09	ABC/DE,A/BC,B/C,D/E
9	556.56	ABC/DE,AB/C,A/B,D/E
10	738.05	ABCD/E,A/BCD,B/CD,C/D
11	914.37	ABCD/E,A/BCD,BC/D,B/C
12	678.81	ABCD/E,AB/CD,A/B,C/D
13	944.94	ABCD/E,ABC/D,A/BC,B/C
14	907.41	ABCD/E,ABC/D,AB/C,A/B
Seggested squence		
No.	Marginal v.(kmol/h)	squence
6	410.84	AB/CDE,A/B,C/DE,D/E

Figure 3. Total marginal flows.

Conclusions

The synthesis of distillation systems is very important task in process engineering courses. The development of TIC´s in chemical engineering has an important growth in the last two decades. Based on the complexity to teach process synthesis to chemical engineering students, in the present work it show the development a TIC (using Microsoft EXCEL®) in order to facilitate the evaluation and selection of better distillation sequence. The prototype has been used to calculate the *MVF* of a mixture of 5 chemicals species and the difference with the value reported by literature was 2.12%. Finally, it can be a teaching aid for the students and professor on chemical engineering courses. By using this kind of tools is possible to help further development of the separation processes, as well as reduced energy costs.

Acknowledgment
The authors appreciate the partial support of the 167434 basic science project by CONACyT.

REFERENCES

1. Demirel Y, *Thermodynamic Analysis Of Separation Systems*, Digital Commons University of Nebraska – Lincoln, Papers in Thermal Mechanics, Vol. 39. No. 16, page 3897 – 3942, 2004.
2. Angelo Lucia, Bradley R. McCallum, *Energy targeing and minimum energy distillation column sequence*, Computers and Chemical Engineering, Vol. 34, pp. 931-942, 2009.
3. Hariharan Shankar, *Analysis and optimization of heat integrated distillation sequences*, Engineering thesis, Texas University, United States, 1980.
4. Douglas M. James, *Conceptual Desing of Chemical Processes*. Ed Mc Graw – Hill, 1998.
5. Henley E. J., Seader J. D., *Equilibrium-Stage Separation Operations in Chemical Engineering*, Ed. Reverté, pag. 36-38, 1990.

GEOGEBRA PARA LA INTERPRETACIÓN Y MANEJO DE LAS TABLAS ESTADÍSTICAS MÁS UTILIZADAS EN PROBLEMAS DE DISTRIBUCIONES DE VARIABLES ALEATORIAS CONTINUAS.

L. Ortiz Mendieta[1], M.P. Valle Galván[1,2], R.S. Martínez Bustos[1,3].

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), Calzada Tecnológico No. 27, CP 62780, Zacatepec de Hidalgo, Estado de Morelos, México – Departamento de Ciencias Básicas - [1]–– lauraom51@hotmail.com; [2]– patyfelinos@yahoo.com.mx; [3]– rigoychava@outlook.com.

***Área de participación**: Objetos de Aprendizaje y TIC's Aplicadas a la Enseñanza*

Resumen

De acuerdo al modelo educativo por competencias, los programas de estudio de las carreras de ingeniería de los Institutos Tecnológicos del Tecnológico Nacional de México (TNM), enfatizan en las competencias específicas, como parte de la formación del perfil de egreso de las asignaturas, además de la importancia del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en particular las de libre acceso en la red de Internet.

Una de estas competencias específicas es que el estudiante logre explicar fenómenos involucrados en los procesos de la toma de decisiones en los negocios y, la sensibilidad y conocimientos para hacer uso eficiente de las pruebas de hipótesis en el ámbito donde se sitúe su desempeño profesional.

Considerando lo anterior, este trabajo presenta el uso de algunas aplicaciones del software dinámico GeoGebra relacionadas con el manejo de distribuciones de probabilidad, permitiendo al estudiante tener un análisis, comprensión y visualización mediante la interacción con el uso del software, aplicando la Distribución Normal y t-Student.

Palabras claves: Distribución continua, Variable aleatoria continua, Inferencia estadística.

Introducción

Muchos procesos de la vida real se pueden modelar usando distribuciones claves, según sea la situación real y satisfaga las condiciones del modelo, se pueden encontrar respuestas valiosas sin necesidad de dedicar demasiado tiempo a costosas observaciones, por ejemplo; industrias que buscan la calidad de sus productos reduciendo su tasa de defectos, vender más autos americanos que japoneses, incrementar sus ventas semanalmente, dar un mejor servicio al cliente en una aerolínea; esto conlleva el uso de Tablas estadísticas Este trabajo muestra el uso de éstas, utilizando el software dinámico GeoGebra. La comprensión de las tablas estadísticas son de mucha importancia y su uso es un parteaguas de otros temas importantes y que tienen que ver con una mejor toma de decisiones.

Además; uno de los problemas que casi todos los libros de texto en Estadística tienen es que no proporcionan información suficiente para entender las conexiones entre las tablas estadísticas. Por ello se considera que una forma de entender mejor es usando la herramienta didáctica mencionada que puede ser fácilmente descargada de forma gratuita de la red.

Fundamento teórico

La estadística aporta herramientas metodológicas generales, para analizar la variabilidad, determinar relaciones entre variables, diseñar en forma óptima estudios y experimentos y mejorar las predicciones y toma de decisiones en situaciones de incertidumbre de aquellas empresas que enfrentan este mundo globalizado, resuelve problemas aplicando técnicas de análisis y descripción de datos y aplica técnicas de inferencia estadística, en conjunto de herramientas informáticas en el diseño y análisis de muestras y poblaciones.

Esta materia da soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, es por esto la importancia de que el alumno esté familiarizado con el uso de las tablas estadísticas y debido a que actualmente las TIC s son una forma de hacer atractiva la enseñanza aprendizaje, se ha elegido utilizar el software dinámico GeoGebra que ayudará a entender el uso de estas tablas con problemas tipo presentados.

Debido de que en la actualidad la mayoría de las decisiones que se toman en las industrias se basan en un análisis apropiado de los datos, este trabajo pretende que dentro del aprendizaje del estudiante pueda visualizar, entender, y saber interpretar el uso y manejo de las tablas en un problema real o simulado.

Conceptos principales

Las distribuciones de probabilidad constituyen listas de los posibles resultados. Una distribución de probabilidad permite evaluar resultados de muestras. Este trabajo se enfoca a las distribuciones de probabilidad continua asociada con cada resultado; específicamente de la Distribución Normal y t-Student.

La distribución de probabilidad normal se utiliza en la descripción de fenómenos que se rigen por una distribución normal con forma de campana, como la fuerza de tensión en cables y los pesos de volúmenes de latas y botellas [1].

En realidad existe una familia de distribuciones normales, cada una con su propia media y desviación estándar. Como existe una cantidad ilimitada de distribuciones normales resulta difícil asignar probabilidades. En su lugar cualquier distribución normal puede convertirse en una distribución de probabilidad normal estándar al calcular los valores de z. La distribución de probabilidad normal estándar tiene una media de cero y una desviación estándar de uno. Resulta de utilidad porque la probabilidad de cualquier evento a partir de una distribución de probabilidad normal puede calcularse mediante tablas de probabilidad normal estándar.

La distribución t-Student es similar a la distribución normal con las siguientes características: es una distribución continúa, puede adoptar valores entre menos infinito y más infinito, es

simétrica respecto de su media cero, sin embargo está más dispersa y es más plana en el ápice que la distribución normal estándar, se aproxima a ésta cuando n aumenta. Hay una

familia de distribuciones t. Existe una distribución t para una muestra de 15 observaciones, otra para 25 y así sucesivamente [1].

La propuesta que se presenta en este trabajo propicia la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de asignaturas relacionadas con la probabilidad y estadística en el nivel licenciatura (específicamente en el tema de distribuciones); conceptos como el de variable aleatoria continua y discreta. Puede ubicarse en el contexto del temario de probabilidad y estadística dirigido a diferentes carreras de los Institutos Tecnológicos abarcando la unidad 3 cuyo título es: Funciones de Distribuciones de Probabilidad.

La descripción general de la unidad temática mencionada es la siguiente:

Competencia específica a desarrollar (de acuerdo al programa oficial):

Conocer e identificar las diferentes funciones de distribución de probabilidad, para su aplicación en la solución de problemas.

Competencias genéricas (de acuerdo al programa oficial):

- ♦ Capacidad de análisis y síntesis
- ♦ Capacidad de organizar y planificar
- ♦ Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- ♦ Habilidades para buscar y analizara información provenientes de fuentes diversas
- ♦ Solución de problemas toma de decisiones
- ♦ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

Atributos de las competencias adicionales en el estudiante:

- → Protagonista del proceso de aprendizaje.
- → Movilización de todos los saberes que se posee, definiendo y afrontando una situación problemática verdadera.
- → Construye significativamente, de manera escrita y verbal, el progreso de su avance.
- → Mejora sus áreas de oportunidad al autoevaluarse de manera espontánea o solicitada.
- → Autorregula su conocimiento.
- → Potencia las habilidades para el uso de la tecnología.
- → Aprender a aprender.

Contenido: Analizar e interpretar datos para implementar sistemas de control y evaluación de información estadística en la ingeniería y el mantenimiento.

Metodología: Como parte del plan de acción del proceso educativo a seguir en una práctica específica, se realiza los siguientes:

- Los estudiantes investigarán la teoría relacionada a este tema (concepto de distribución, variable aleatoria continua y discreta, etc.).
- Se solicita utilizar el Programa Dinámico GeoGebra, para los cual se les da la URL de dónde localizarlo en Internet, para familiarizarse con los comandos y exploren, para su estudio individual y posteriormente lo comentarán en una plenario, dentro del salón de clases.
- Con apoyo del profesor se resolverán en clase problemas y/o ejercicios relacionados al tema, que lo lleve a entender el siguiente paso del temario o que lo encadene a una situación concreta de su entorno real.
- Al finalizar la práctica, habrá una realimentación a bien de completar conceptos e ideas que no pudieran haber quedado muy en claro o reorientarlas. Esta práctica será entregada en un reporte, cuyo formato será facilitado por el docente.

El interés es que también se vean reflejadas las competencias plasmadas en el programa oficial y que se sumen al logro de los atributos esperados en el estudiante.

Temporización de la práctica: es extra aula, esperando que el alumno invierta, en total, de media a una hora diaria, para este tema hasta concluirlo.

Acciones previas: en el salón de clase se entregan las indicaciones impresas, incluyendo un tutorial del uso básico del GeoGebra y de haber dudas, éstas se aclaran; se les facilita también un bagaje de problemas y ejercicios para resolver durante el tiempo de duración de esta unidad.

Acciones del proceso: releer indicaciones, visualización e impresión de los ejercicios que se vayan resolviendo en el transcurso, intercambio de opiniones con otros compañeros, responder interrogantes y redactar conclusiones con el cierre de una pregunta de enlace.

Acciones posteriores (de media a una hora de clases): Proporcionar problemas tipo para que sean resueltos en equipo dentro del aula, realimentación de las dudas surgidas y aclaración de ideas para la formulación de conceptos,

Descripción y cuestionamientos para realizar las acciones de la práctica:

1ª Visualizar de tutoriales del GeoGebra, tanto impresos como multimedia.

2ª Comentar lo visto en el video con otros.

3ª Da respuesta a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué es una Distribución de Probabilidad?
- ¿Cómo puedes diferencia una variable aleatoria discreta de una continua?
- ¿Cuándo utilizas Distribución Normal Estandarizada y cuando Distribución t-Student?
- ¿Qué ocurre al variar μ?
- ¿Qué ocurre al variar δ?
- ¿Qué relación existe entre μ y δ?
- ¿Qué sucede en la gráfica cuando el área que se busca es mayor a μ?
- ¿Qué sucede en la gráfica cuando el área que se busca es menor a μ?
- ¿A qué conclusión llegas sobre la interpretación de las áreas de probabilidad apoyándote con el uso de GeoGebra?

4ª Escribe una conclusión personal, a la que hayas llegado, después de haber vivido la experiencia con el uso de GeoGebra.

Abordando el siguiente ejemplo: Sea P (z ≤ 0.45); una probabilidad que se buscará directamente en las tablas de cualquier libro de Probabilidad y/o estadística.

Una vez localizada la tabla de Z normal estandarizada, se tiene que saber diferenciar ¿cuál de las 3 tablas que presentan la mayoría de los libros de texto conviene utilizar?, y este es el primer problema con el que se enfrenta la mayoría de los estudiantes. La tabla 1 siguiente se muestra las probabilidades de lado derecho o mayores que la media poblacional.

En la primera columna buscamos el valor de unidades y las décimas; en la primera fila el valor de las centésimas. Basta buscar 0.4 en la columna y 0.05 en la fila. Su intersección es la probabilidad.

Tabla 1: Tabla de probabilidad Nomal.

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879

De acuerdo a la tabla mostrada, el área es de 0.6736, así que P (z ≤ 0.45) = 0.6736.

Al interpretar en GeoGebra el cálculo de esta probabilidad [3]:

En la vista principal de GeoGebra desplegar el ícono **ABC** y seleccionar la opción de **Cálculo de probabilidades** que se muestra en la figura 1:

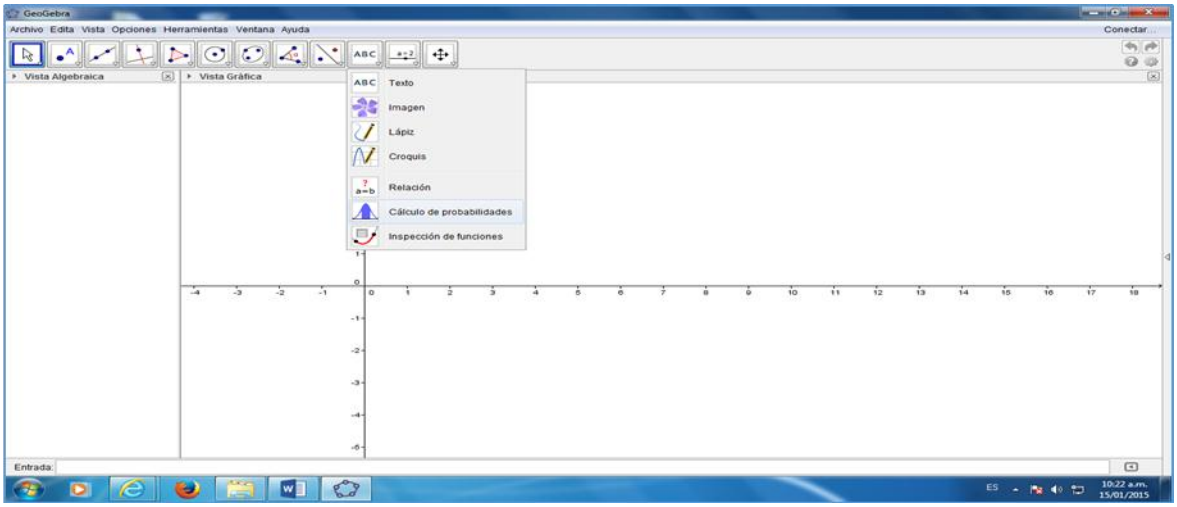


Figura 1: Herramienta de Cálculo de probabilidades.

Al hacer la selección, se muestra la pantalla de la figura 2. En la parte inferior izquierda señalada, es posible seleccionar el tipo de distribución de interés en su estudio, que en este caso es la Normal, colocando el valor establecido en la tabla 1.

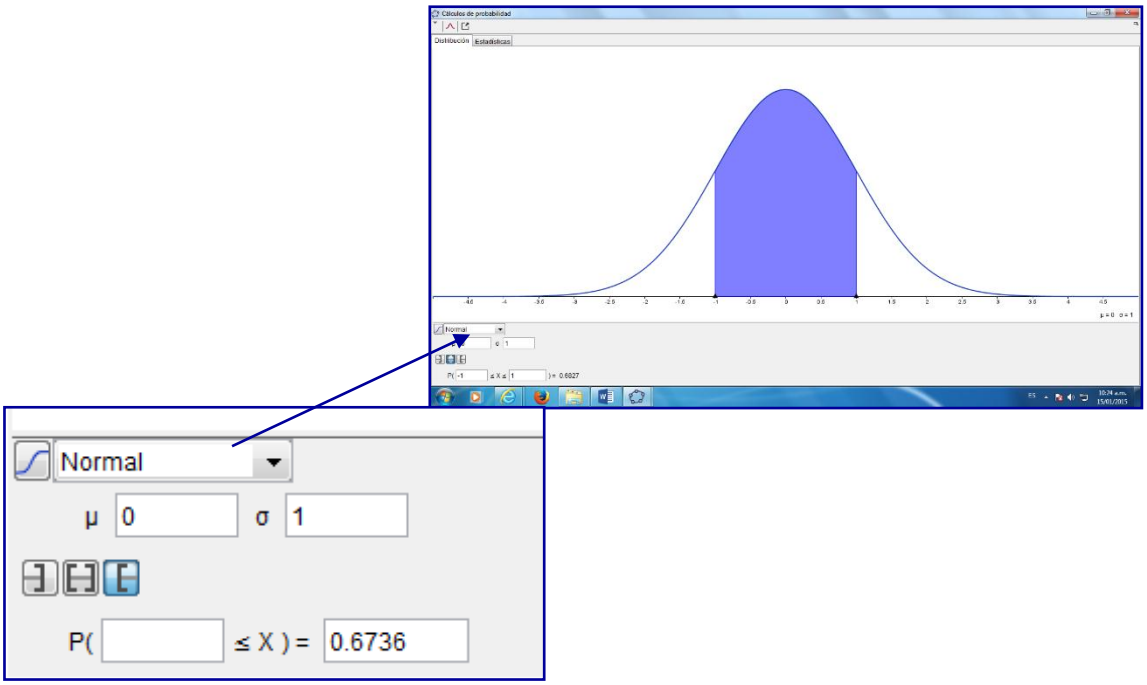


Figura 2: Distribución seleccionada.

En la figura 3 se muestra el despliegue de las herramientas adicionales de las otras funciones de probabilidad.

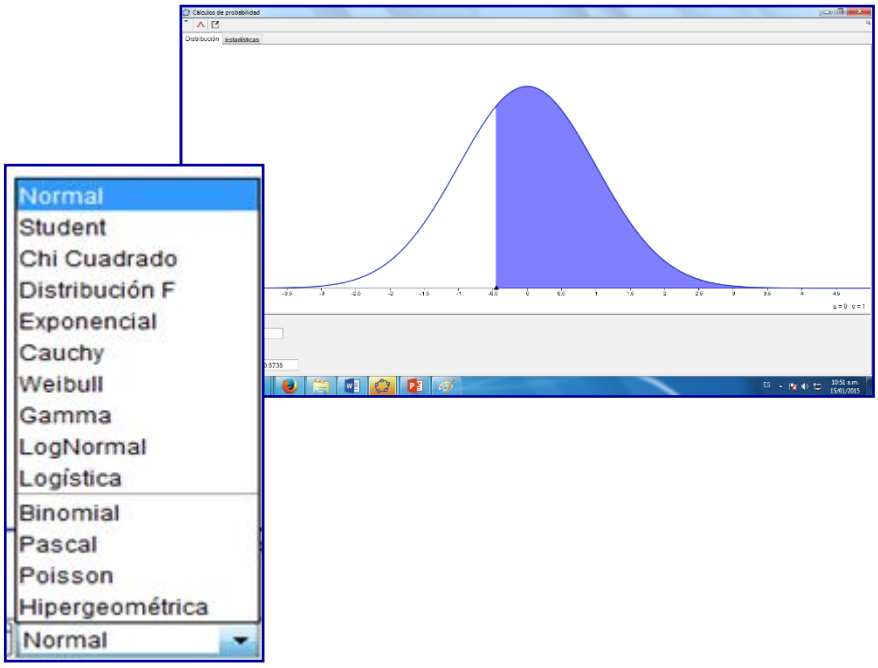


Figura 3: Herramientas de funciones de probabilidad en GeoGebra.

Si se está trabajando con una distribución estandarizada o que el ejercicio no proporcione una desviación estándar diferente de uno y una media poblacional diferente de cero; entonces dejar estos recuadros con estos valores desde el inicio, como se muestra en la figura 4.

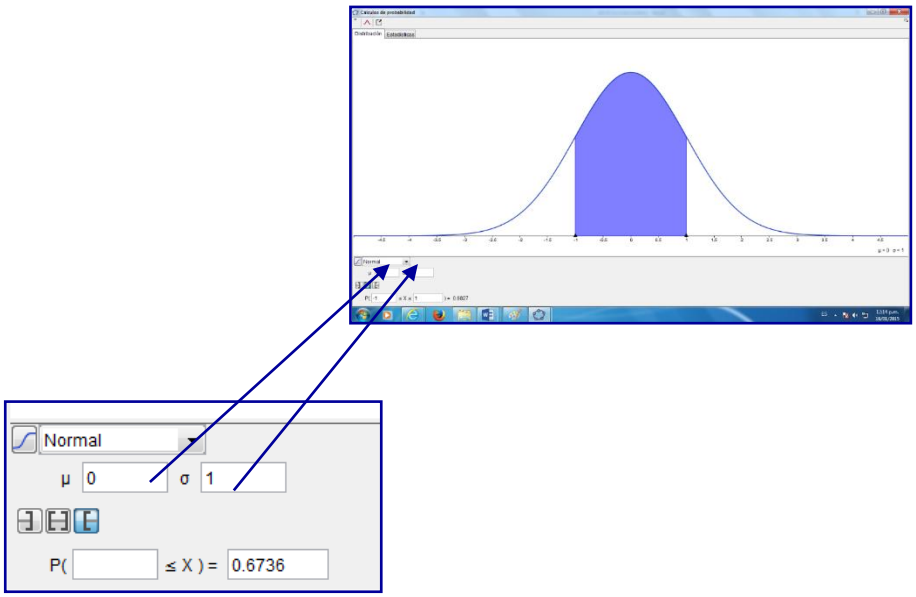


Figura 4: Valores iniciales con una distribución estandarizada o con desviación estándar diferente de uno y media diferente de cero.

Posteriormente, en la figura 5 se debe elegir si estás trabajando con un intervalo, con un valor mayor o igual, o menor o igual (≥ o ≤) que μ; o sea z, para el ejemplo en análisis.

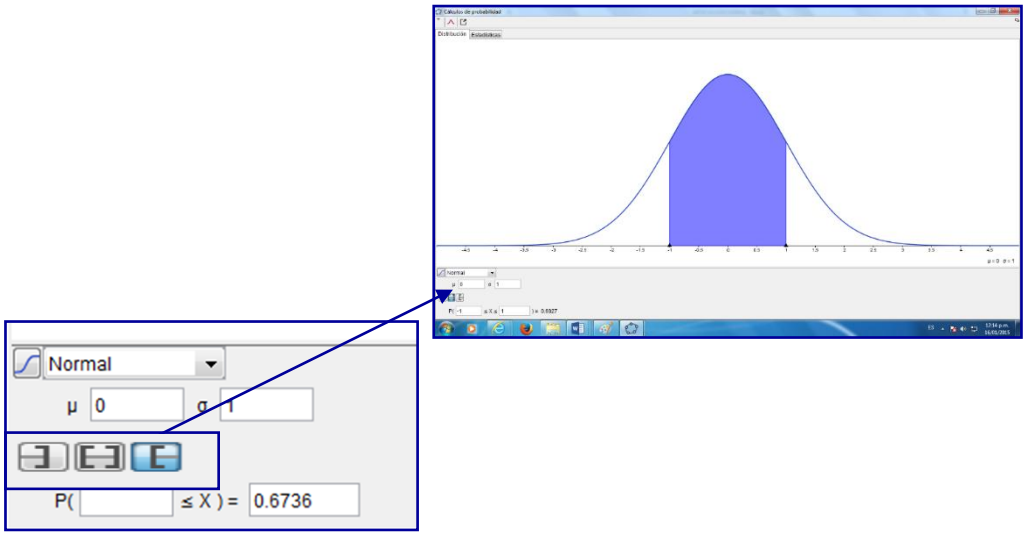


Figura 5: Para el intervalo de probabilidad.

Con GeoGebra, además de resolver el ejemplo dado inicialmente, se muestra la probabilidad numérica con el área correspondiente, que se ve reflejado en la figura 6.

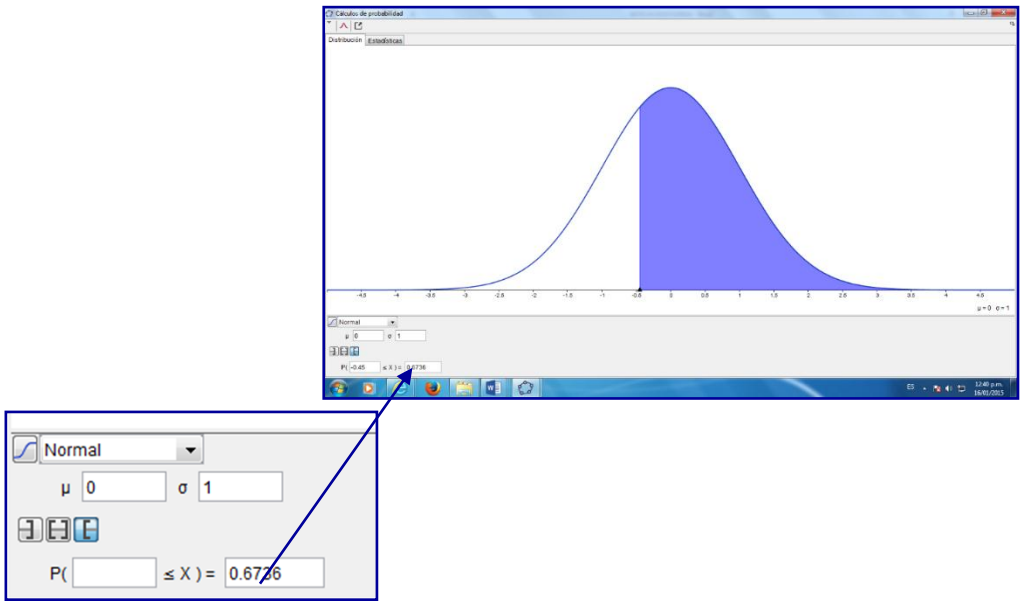


Figura 6: Probabilidad numérica y área correspondiente.

Para el cálculo de una probabilidad para rechazar una afirmación se muestra en el siguiente ejemplo [3], utilizando la distribución t-Student.

Un fabricante de fusibles afirma que, con una sobrecarga de 20%; los fusibles estallarán en 12.40 minutos en promedio. Para aprobar tal afirmación; una muestra de 20 de los fusibles se sometió a una sobrecarga de 20%; los tiempos que tardaron en estallar tuvieron una media de 10.63 minutos y una desviación estándar de 2.48 minutos. Si se puede suponer que los datos constituyen una muestra aleatoria de una población normal, ¿tienden a apoyar o a rechazar la afirmación del fabricante?

Primero se calcula: $t = \frac{10.63 - 12.40}{2.48/\sqrt{20}} = -3.19$

Que es un valor de una variable aleatoria que tiene la distribución t con γ = 20-1 =19 grados de libertad. Ahora a partir de la tabla 2 se encuentra que, para γ = 19, la probabilidad de que t exceda 2.861, es de 0.005.

Tabla 2: Tabla de probabilidad para t-Student.

α / γ	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850

Por consiguiente la probabilidad de que t sea menor que -2.861 también es de 0.005. Puesto que t = -3.19 es menor que -2.861 y 0.005 es una probabilidad muy pequeña, se concluye que los datos tienden a rechazar la afirmación del fabricante. Con toda probabilidad, el tiempo de estallido medio de sus fusibles con una sobrecarga de 20% es menor que 12.40 minutos.

Con GeoGebra: el procedimiento es similar al mostrado antes, en la figura 3, pero ahora seleccionando en el recuadro Student, como se muestra en la figura 7.

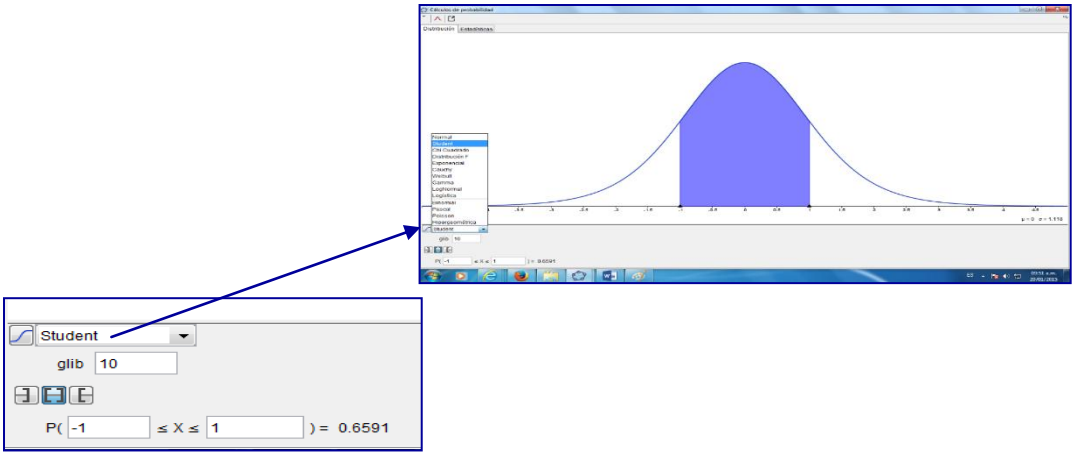


Figura 7: Selección de la herramientas de funciones de probabilidad en GeoGebra.

Se hace el cambio del tamaño de la muestra; que para este ejemplo para t-Student, se selecciona el corchete de lado izquierdo (correspondiente al área obtenida de la tabla; pero con la correspondiente negatividad para poderla comparar con la obtenida en los cálculos de la fórmula y que se visualiza en la figura 8).

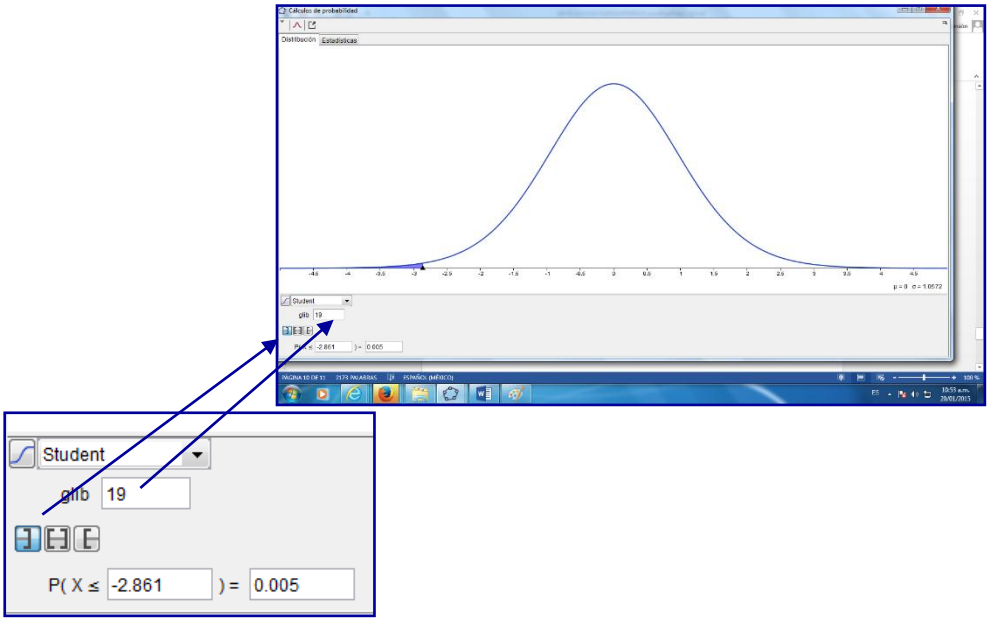


Figura 8: Cambio del tamaño de la muestra.

El resultado de la figura 9 de GeoGebra, muestra el valor numérico el área correspondiente a la probabilidad de 0.005.

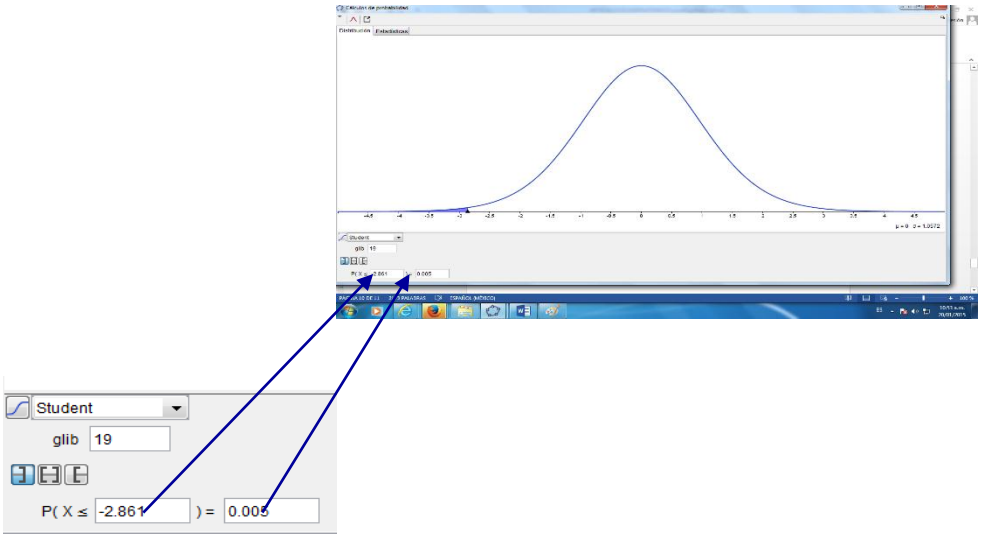


Figura 9: Valor numérico del área correspondiente a la probabilidad 0.005.

Conclusiones

El software libre de GeoGebra da una visión más amplia al estudiante sobre la aplicación de la estadística, en la solución de problemas simulados o reales con los que se puede enfrentar, para la toma de decisiones. GeoGebra permite manipular diferentes valores para el análisis del resultado esperado, o bien el comportamiento de una variable aleatoria.

Dependiendo de los datos del problema, se puede estar haciendo referencia del porcentaje de artículos defectuosos, el porcentaje de ventas, el porcentaje de costos, porcentaje de utilidades, etc.; es decir, la herramienta se implementa en cualquier contexto en el que el problema esté planteado.

Ante estas situaciones un poco confusas en donde se tiene que decidir en base a un valor obtenido; un software como GeoGebra da un mejor y mayor acercamiento, comprensión, análisis y visualización de éstos problemas de la vida real que el estudiante enfrentará al ejercer su profesión. Pues a través de simulación de este tipo de problemas o situaciones del entorno en el que se desenvuelve, el estudiante interactúa con los datos y sus conocimientos, teniendo una interpretación más clara del estudio de las distribuciones de probabilidad.

De esta manera se podrán resolver una infinidad de ejercicios de manera más rápida y visualizando siempre el área de probabilidad.

Referencias

1. Hanke, J.; Reitsch, A. (1997). Estadística para negocios. Editorial McGrawHill. España.

2. Johnson, R. (2012). Probabilidad y estadística para ingenieros. Editorial Pearson. México.

3. Moncada, C.R. (2014). Material del Curso – Taller: Lo Elemental de GeoGebra. Instituto GeoGebra de Zacatepec. Impreso para el Instituto Tecnológico de Zacatepec. México.

Referencias en Internet

4. Sitio oficial en Internet de GeoGebra, http://www.geogebra.org/cms/.

5. Sitio oficial en Internet de GeoGebra para descargar la versión 5.0, en 3D, http://download.geogebra.org/installers/5.0/?C=M%3BO%3DD.

GUION METODOLÓGICO PARA UTILIZAR UNA TECNOLOGÍA EMERGENTE (GEOGEBRA) EN LA PLANEACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA.

C. R. Moncada Andino[1,2], D. Ochoa Vásquez[1,3], E. López Durán[1,4], F. Espín González[1,5] y A. Sandoval Jacobo[1,6].

[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), Calzada Tecnológico No. 27, CP 62780, Zacatepec de Hidalgo, Estado de Morelos, México —[2]clara.moncada@gmail.com; – [3]deyamx2002@yahoo.com.mx; [4]– elopezd@gmail.com; [5]– fespinbolton@hotmail.com; [6]– jacobo0001@yahoo.com.mx

***Área de participación**: Objetos de Aprendizaje y TIC's Aplicadas a la Enseñanza*

Resumen
Una de las acciones para la mejora del desempeño docente, al considerar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), es implementar el uso de tecnologías emergente en el ejercicio de la práctica docente del proceso educativo. En este trabajo se describe una propuesta de plan de clase con el software dinámico de matemáticas de GeoGebra.
Se hace referencia al tema de graficación de curvas, particularmente de ecuaciones paramétricas x = f(t), y = g(t), y polares r = f(θ) de funciones en una variable real, donde t y θ son los parámetros, las que GeoGebra permite simular mediante el uso de deslizadores, comandos, herramientas, funciones del software, para una mejor enseñanza, comprensión y aprendizaje de este tema.
La implementación de contenidos en escenarios tecnológicos emergentes de aprendizaje, conlleva que el docente conozca sobre el recurso y sea estratega en el uso del mismo como herramienta de su quehacer docente, por lo que este trabajo expone una guía de acción didáctica en ese contexto.
Palabras claves: Unidad didáctica, Guion metodológico, Gráfica de funciones paramétrica, Funciones polares, GeoGebra.

Palabras claves: Unidad didáctica, Guion metodológico, GeoGebra, Gráfica de funciones paramétrica, Funciones polares.

Introducción

De acuerdo al programa diseñado para esta asignatura [5], *se pretende que el estudiante, al mismo tiempo que aprende el lenguaje de las matemáticas, adquiera estrategias para resolver problemas; elabore desarrollos analíticos para la adquisición de un concepto; piense conceptualmente, desarrolle actitudes para la integración a grupos interdisciplinarios y aproveche los recursos que la tecnología ofrece, como el uso de software de álgebra simbólica, calculadora gráfica y computadora*.

Es por ello que, entre la diversidad de recursos tecnológicos emergentes, y considerando la propuesta que Moncada, C., Ochoa, D., et al, 2014, p. 277, mencionan que: "*La finalidad… es presentar propuestas para el diseño de un modelo instruccional con la integración de recursos tecnológicos, para aplicarlos con los estudiantes dentro y fuera del aula*", que es la intención que persigue este trabajo, para la gestión del aprendizaje, dando importancia a la visualización de la gráfica de curvas planas de ecuaciones en forma paramétricas y forma polar, denotadas en el resumen.

Secuencia didáctica para graficar curvas planas con GeoGebra.

Se presenta el desarrollo metodológico de una secuencia didáctica de estructura flexible y modificable, de acuerdo a los intereses del docente o de los tipos de contenidos en estudio, y de los rubros adicionales que puedan incorporarse para que la fortalezcan.

La experiencia va dirigida a estudiantes del tercer semestre de las carreras de ingeniería del Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Asignatura: Cálculo Vectorial.

Objetivo de la asignatura: Conocer los principios y técnicas básicas del Cálculo en Varias Variables para interpretar y resolver modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua.

Unidad temática 2: Curvas en R^2 y ecuaciones paramétricas.

Subtema: Representación gráfica de ecuaciones en forma paramétrica y forma polar.

Objetivo de aprendizaje o competencia: Construir la gráfica de una curva plana en forma paramétrica eligiendo la técnica más apropiada.

Conceptos

Curva plana: "Si f y g son funciones continuas definidas sobre un intervalo común ***I***, entonces $x = f(t)$, $y = g(t)$, se llaman ecuaciones paramétricas y t recibe el nombre de parámetro. El conjunto C de pares ordenados $(f(t), g(t))$ cuando t varía sobre ***I*** se denomina curva plana." [6]

Forma polar: la gráfica de una ecuación polar $r = f(\theta)$, es el conjunto de puntos P con al menos un conjunto de coordenadas polares que satisfacen dicha ecuación. [6]

Para transformar coordenadas polares (r, θ) y coordenadas rectangular (x,y) [4], se hace a través de los cambios siguientes:

a) $x = r \cos \theta$, $y = r \operatorname{sen} \theta$

b) $\tan \theta = y/x$; $r^2 = x^2 + y^2$

Herramienta de GeoGebra

Para el trazado de curvas planas en GeoGebra, en primer lugar se deben definir las formas paramétricas, solo que en términos de la variable independiente “x”. Las conversiones que se utilizan en GeoGebra, son las mismas que se señalan en los incisos (a) y (b), al momento de usar las herramientas de aplicación para la gráfica de curvas con parámetro.

Plan de acción

Ejemplo 1:

Sean las funciones equivalentes, de ecuaciones paramétricas y polar respectivamente:

1) $x = 3 \text{ sen } 2\theta \cos \theta$, $y = 3 \text{ sen } 2\theta \text{ sen } \theta$ 2) $r = 3 \text{ sen } 2\theta$

Que al dibujar con lápiz y papel, consiste en asignar valores al parámetro, que en este caso es el ángulo θ, en valores reales o radianes, de igual manera para la forma polar.

En el escenario de GeoGebra, se introducen las funciones como se muestran en la figura 1.

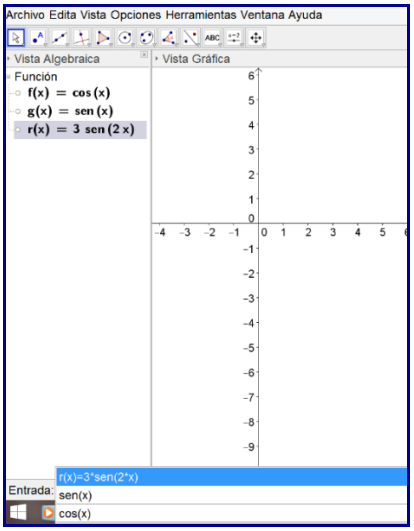


Figura 1: Definiendo funciones iniciales para la conversión.

En la figura 2 se muestra la herramienta de GeoGebra utilizada y la gráfica la forma polar, observando que la función “**a**” cuenta con un parámetro “**t**” para poderla representar.

También en la Entrada se lee, cómo se hace la implementación y qué herramienta es la que se utiliza. Esta explicación se debe dar claramente, para que no exista distracción técnica en el estudiante con respecto al tema de enseñanza-aprendizaje.

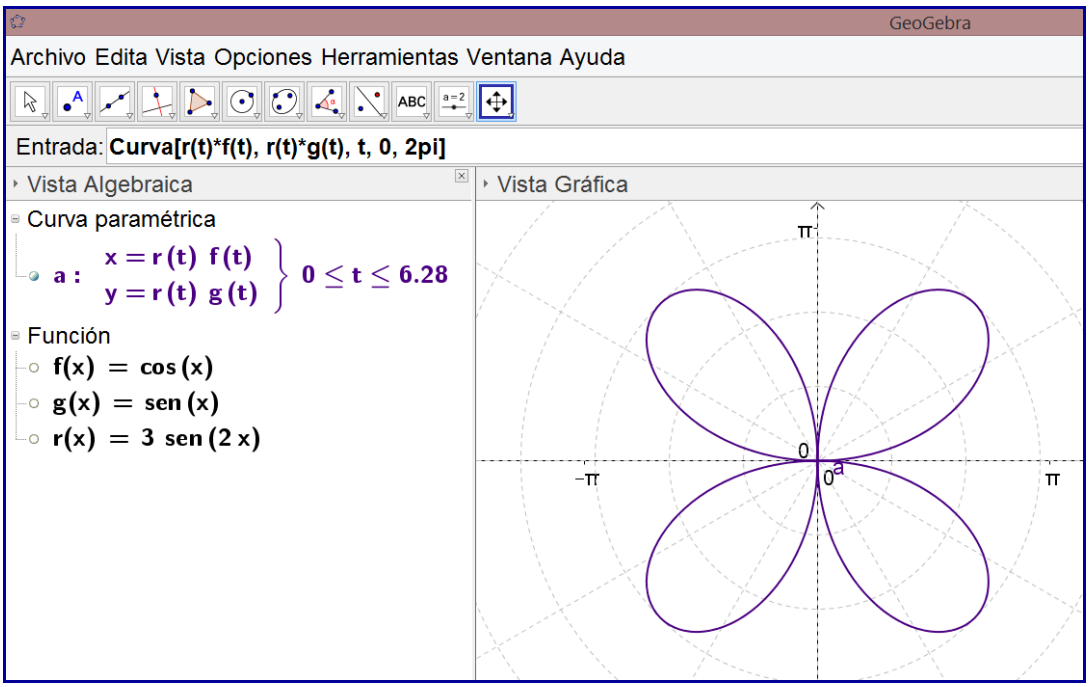


Figura 2: Representación gráfica de la forma polar r = 3 sen 2θ.

GeoGebra denota la herramienta para este procedimiento como se muestra en la figura 3.

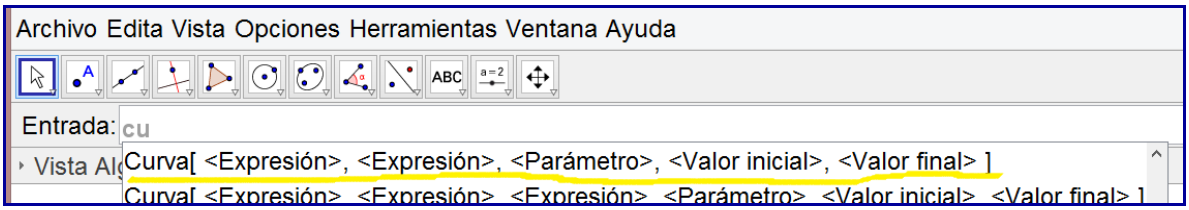


Figura 3: Notación de la aplicación en GeoGebra para el trazo de curvas paramétricas.

Para dar dinamismo a la simulación de la trayectoria, se incorpora un deslizador “n”, definido en el intervalo [0, 2π] con incrementos de π/6, sobre el cual varíe “t”, como se muestra en las figuras 4 y 5.

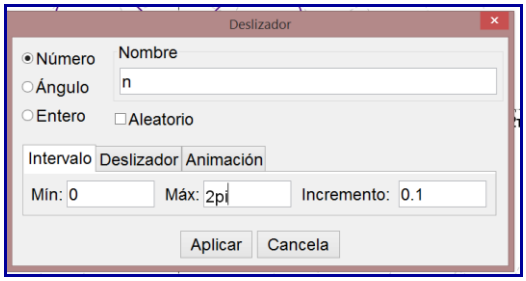


Figura 4: Valores mínimo y máximo del deslizador “n”.

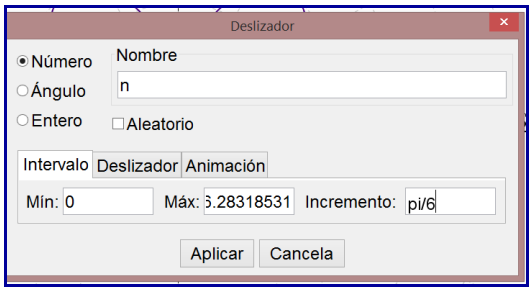


Figura 5: Incremento del deslizador “n”.

Incluido el deslizador, con valor inicial en cero,, se hacen las modificaciones correspondientes a la expresión “**a**”, se aplica la herramienta, como muestra la figura 6.

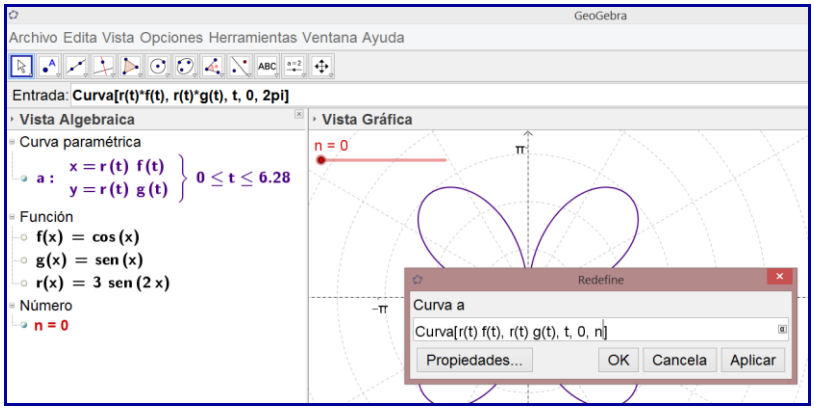


Figura 6: Incorporación del deslizador “n”.

Al dar CLIC en Aplicar y luego en OK, la visualización es de acuerdo a la figura 7.

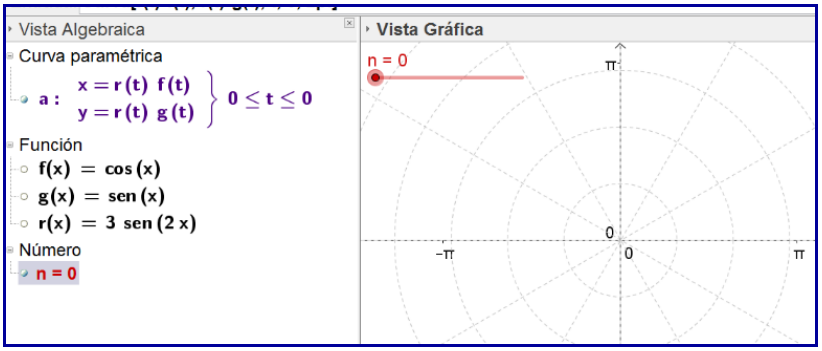


Figura 7: Gráfica cuando el deslizador n = 0.

Las figuras 8, 9, y 10, muestras el trazo de la curva para diferentes valores del deslizador.

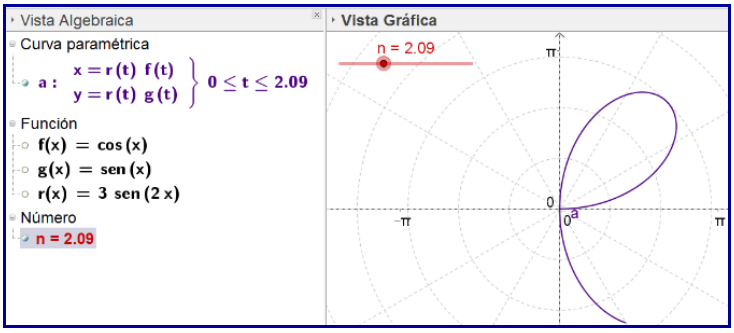


Figura 8: Deslizador n = 2.09.

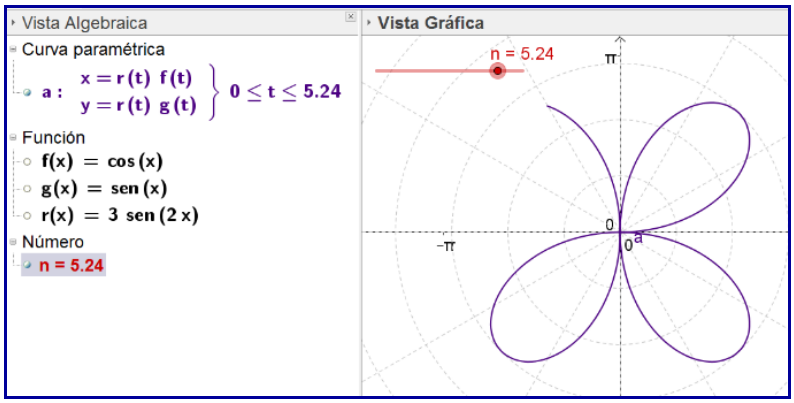


Figura 9: Deslizador n = 5.24.

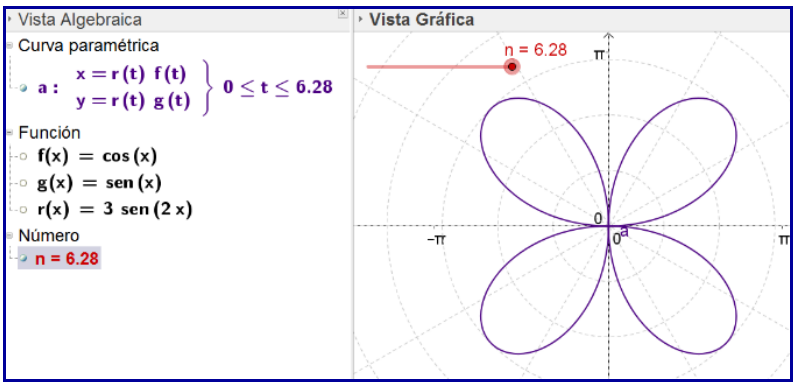


Figura 10: Deslizador n = 6.28 (coincide con la figura 2).

La exposición experimental del ejemplo 1, es mucho más significativa que al leerla, sin embargo, como propuesta, se expone el proceso de manera simple, como una posible guía a seguir en la secuencia.

<u>Ejemplo 2</u>:

Para la representación gráfica del ejemplo 2 en GeoGebra, pero ahora de ecuaciones paramétricas, dentro de la familia de curvas cicloide de ecuación general:

$$\begin{cases} x = a(\theta - sen\ \theta) \\ y = a(1 - \cos\theta) \end{cases}$$

De manera similar al ejemplo anterior, el trazo se explora también con deslizadores.

Usando el ejemplo:

$$\begin{cases} x = 2 * (\theta - sen\ 3 * \theta) \\ y = 2 * (1 - \cos 3 * \theta) \\ \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi \end{cases}$$

Para “x” como “y”, que establecen nuevas funciones en términos de otra variable: “x”, y no de θ, que posteriormente se estructurarán de acuerdo a GeoGebra (figura 3), quedando representado como en la figura 11.

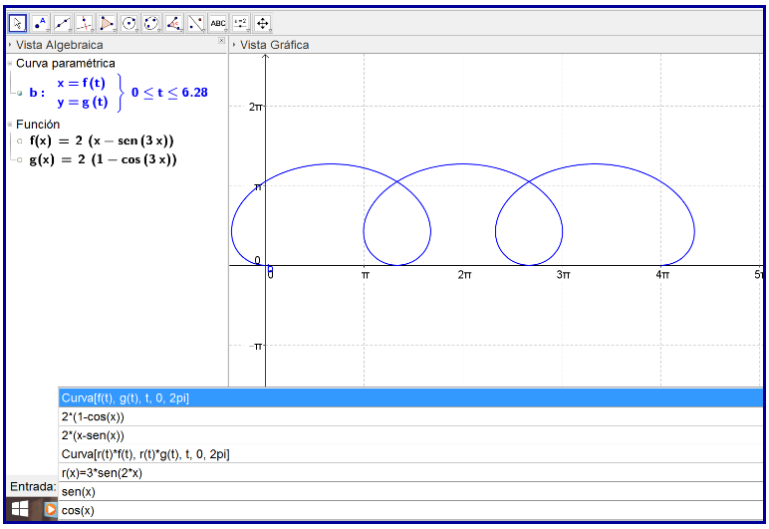


Figura 11: Gráfica de la ecuación paramétrica definida.

Se define un deslizador, “m” en el intervalo de [0, 2π] con incrementos de π/6, sobre el cual hacer variar el parámetro “t”, como se muestra en la figura 12 y 13.

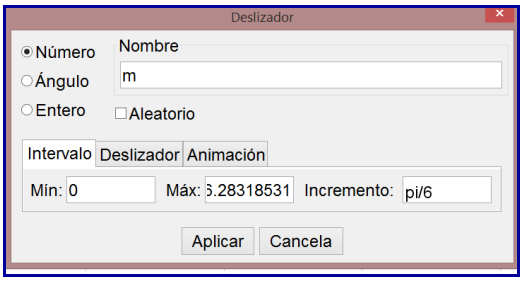


Figura 12: Definición del deslizador “m”.

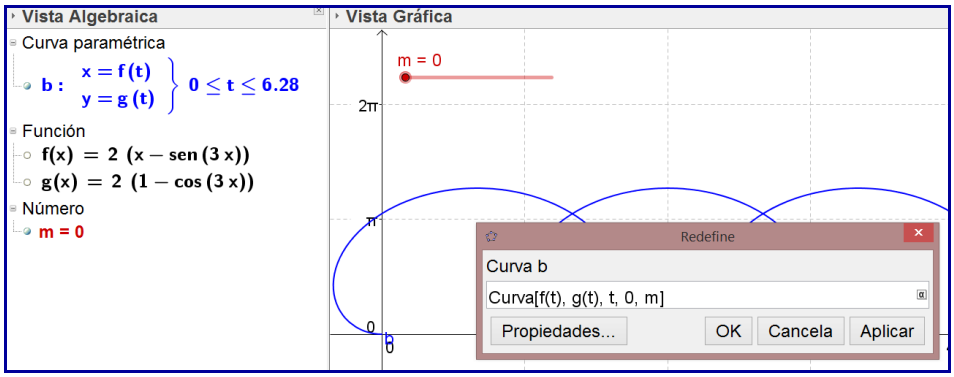


Figura 13: Para insertar el deslizador.

Algunos trazos dinámicos simulados se muestran en las figuras 14, 15 y 16 (que coincide con la figura 11).

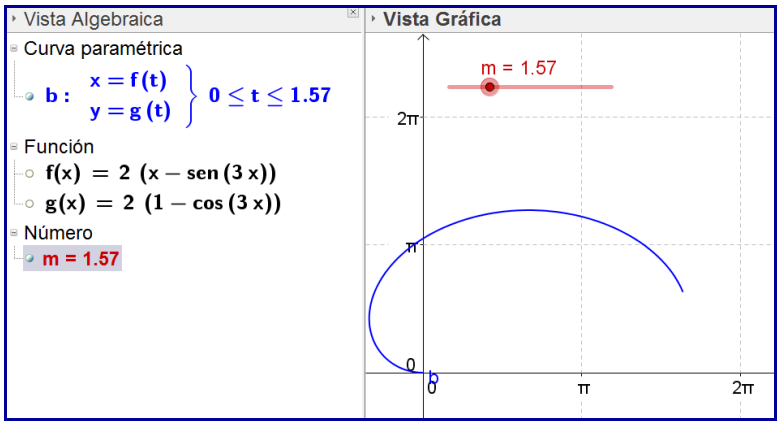


Figura 14: Deslizador con valor m = 1.57.

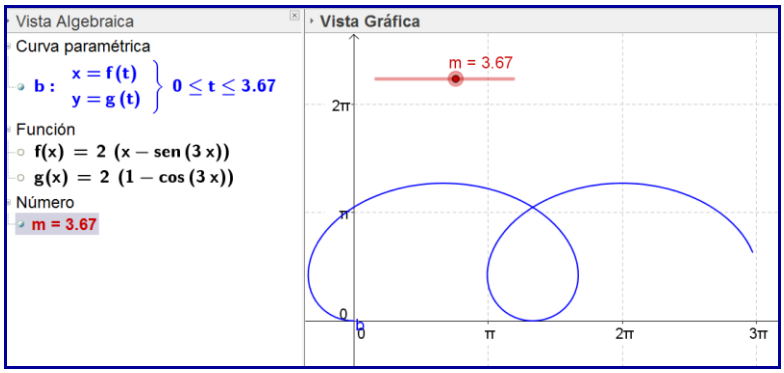


Figura 15: Deslizador con valor m = 3.67.

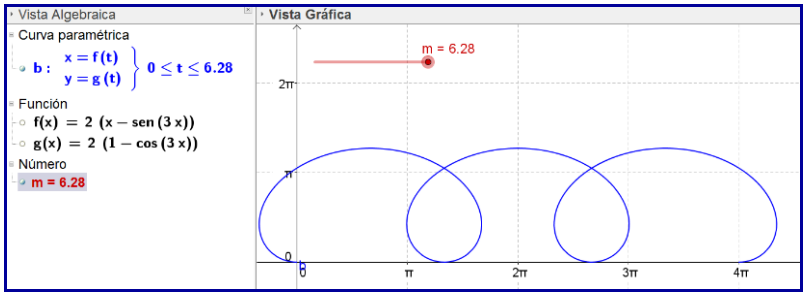


Figura 16: Deslizador con valor m = 6.28 (igual que la figura 11).

Los ejemplos considerados, son apenas una muestra de las diversas curvas planas, que, en forma de ecuaciones paramétricas y forma polar se pueden visualizar con GeoGebra, para su mejor comprensión, enseñanza y aprendizaje.

La exposición en el aula de clases, en el ambiente de GeoGebra, no solo permite el diseño de actividades adicionales prácticas, sino también, generar condiciones de aprendizaje en este escenario, para que el estudiante continúe con su propia etapa de autoaprendizaje y formación.

Conclusiones

Tomando en cuenta el contexto del programa de la asignatura, y el fortalecimiento del proceso educativo del quehacer docente, al implementar recursos de tecnologías emergentes, como GeoGebra, conduce a que el desempeño docente sea innovador y que el estudiante explore para aprender en un escenario que frecuenta.

Al incorporar escenarios en una plataforma, como Moodle, se debe tomar en cuenta que la tecnología emergente utilizada sea al cien por ciento compatible y preferentemente gratuita, como lo son Moodle y el software dinámico de GeoGebra.

En relación al tema propuesto en este trabajo, la visualización propicia ir de la reflexión del concepto al cuestionamiento personal, posteriormente al debate y exposición de dudas, hasta llegar a obtener conclusiones propias del estudiante, y también colectivas, es decir, trabajando en parejas, en equipos, o en una dinámica grupal.

La ventaja de los deslizadores en GeoGebra, vuelve dinámico la simulación del trazado de curvas paramétricas y polares, subrayando en la importancia de diversificar valores, a bien de contar con un mayor número de representaciones gráficas, que sin un software, es decir, con lápiz y papel, ocuparía una mayor inversión en el tiempo de estudio para su aprendizaje, ante las inquietudes de los estudiantes, que precisan la incorporación de recursos de las TIC como metodología empleada por el docente en su quehacer.

Referencia

1. Chinea, C. (2002). La cicloide, una curva de mucho empaque. Divulgación de la matemática en la red. Tomado el 10 de Enero, 2015 de http://casanchi.com/mat/03_cicloide01.pdf. España.

2. *Moncada, C.; Ochoa, D.; Durán, E.; Espín, F.; Domínguez, Ma. (2014). Mejora del desempeño docente a través del uso de tecnologías emergentes. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. Editorial Umbral Digital. México*.

3. Moncada, C.; Ochoa, D.; Coronel, J. (2014). Implementar tecnologías emergentes como recursos para la mejora del desempeño docente en forma continua. 2º Congreso Internacional sobre Formación Docente en Iberoamérica (CIFD2014). Vol. 2. Año 02. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. México.

4. Larson, R.; et al. (2009). Cálculo en varias variables: Matemáticas 3. Editorial McGrawHill. México.

5. Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. (2009-2010). Asignatura de Cálculo Vectorial. Secretaría de Educación Público. México.

6. Zill, D.; Wright, W. (2010). Matemáticas 3. Cálculo de varias variables. Editorial McGrawHill. México.

Referencias en Internet

7. Sitio oficial en Internet de GeoGebra, http://www.geogebra.org/cms/.

8. Sitio oficial en Internet de GeoGebra para descargar la versión 5.0, en 3D, http://download.geogebra.org/installers/5.0/?C=M%3BO%3DD.

LA IMPORTANCIA DE PROMOVER EL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS EMBEBIDOS EN LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

A. C. Campos Hernández[1], C. G. Bustillos Gaytan[1], M. Menez Esquivel[1]
[1]Instituto Tecnológico de Zacatepec - ana.ch@itzacatepec.edu.mx**;** claudia.bg@itzacatepec.edu.mx**;** madai.me@itzacatepec.edu.mx

Área de Participación: Objetos de aprendizaje y TIC´s aplicadas a la enseñanza

RESUMEN: En el presente trabajo se muestra una caracterización de los sistemas embebidos actuales y se destaca su importancia en el entorno que nos rodea para posteriormente y a partir de ello, exponer una visión particular sobre la necesidad de que los egresados de la especialidad de Sistemas Computacionales puedan recibir en su formación determinadas materias relacionadas con los sistemas embebidos que les permita fortalecerles ésta área de oportunidad fundamental en su desarrollo ulterior como profesionistas.

Introducción.

Posiblemente nadie se asombre al conocer que millones de sistemas computacionales se producen y se venden anualmente en la actualidad, porque nuestro mundo hoy no se concibe sin las tecnologías computacionales, y la mayoría de las personas relacionan la noticia con computadoras personales o de escritorio. Sin embargo, posiblemente se asombren al saber que billones de sistemas computacionales de propósito específico o sistemas embebidos se construyen también anualmente, pues a pesar de que ellos se encuentran alrededor de nosotros diariamente, en las más diversas realizaciones, no se nos hace tan evidente esa convivencia cotidiana.

La licuadora o el horno microondas, el avión o el sistema de combustión de un automóvil son algunos ejemplos de sistemas computacionales de propósito específico, que no poseen pantallas, teclados o discos rígidos como las computadoras personales y sin embargo, son sistemas computacionales básicos en la vida que se deberían reconocer fácilmente como tales.

Debe destacarse además, que las técnicas y metodologías para el desarrollo de sistemas embebidos sobre todo en el área de monitoreo, diagnóstico y control en ambientes distribuidos y con restricciones de tiempo real es uno de los temas fundamentales de investigación y desarrollo de mayor importancia en muchos países, destacando las universidades estadounidenses, europeas y asíaticas, lamentablemente no es en la misma intensidad en los centros de educación superior latinoamericanos.

Considerando los elementos enumerados resalta la importancia de que los especialistas de las ciencias computacionales tengan, como parte de su formación en la especialidad, determinadas materias en su plan de estudio, que les permita una formación general al respecto y que una parte de ellos sean verdaderos profesionistas dedicados a ésta área, que resulta ser fundamental en el ámbito contemporáneo.

En el presente trabajo se hace una caracterización inicial de los sistemas embebidos y posteriormente se destaca su notable inclusión en la vida moderna lo que permite justificar la importancia de su aprendizaje en la ingeniería en sistemas computacionales, concluyendo el trabajo con una propuesta particular de determinados temas que según la visión de las autoras deberían incluirse dentro de la formación de dichos ingenieros.

Fundamento Teórico.

El primer sistema embebido fue el sistema de guía de Apolo desarrollado por el laboratorio de desarrollo del MIT para las misiones Apolo hacia la Luna y su función era manipular el sistema de guía inercial de los módulos de excursión lunar. Por su parte, el primer sistema embebido producido en masa, fue el computador guía del misil norteamericano Minuteman II en 1062, que tenía la virtud de reprogramar los algoritmos de guía del misil para la reducción de errores en el lanzamiento.

A más de 50 años de su aparición como tales existen diferentes definiciones de Sistemas Embebidos que muestra la literatura especializada, seguidamente se enumeran algunas de ellas:

- “Un sistema embebido es cualquier dispositivo que incluye un computador programable, pero en sí mismo no es un computador de propósito general” [4].
- “Las personas usan el término sistema embebido para referirse a cualquier sistema de cómputo escondido en algún producto o dispositivo” [2].
- “Un sistema embebido es un sistema electrónico que contiene un microprocesador o microcontrolador, sin embargo, no pensamos en ellos como un computador [1].

En síntesis se puede afirmar que un sistema embebido es una combinación de “hardware” y “software” aunado a algunas otras piezas mecánicas o de otro tipo, que de conjunto realizan una función específica. Esto contrasta con la computadora personal, en tanto esta última no es diseñada para un uso específico. Un ejemplo muy ilustrativo de estos sistemas son el sistema de frenos o el de inyección de combustible en los automóviles actuales.

Cabe destacarse tres peculiaridades distintivas de estos sistemas: primero que son en términos generales muy flexibles, aspecto muy ventajoso, segundo, que muchos de ellos trabajan en tiempo real, es decir, el control del tiempo es vital para su correcto funcionamiento y tercero, debe tener bajo costo, bajo consumo de energía y máxima confiabilidad.

Los componentes fundamentales de los sistemas embebidos son por tanto, un hardware que no necesariamente debe tener gran capacidad de procesamiento, un software o aplicación principal que es diseñado con determinadas restricciones básicas, a saber: cantidades pequeñas de memoria (del orden de los KB), capacidades limitadas de procesamiento (velocidades inferiores a MHz) y poco consumo energético [3]. Finalmente se requiere de un sistema operativo que permita supervisar la aplicación y proveer los mecanismos para la ejecución de los procesos, que en muchos casos debe tener características de tiempo real.

El uso de los sistemas embebidos en productos diversos, que pueden ser incluso complejos, implica un desafío de la seguridad de la tecnología de la información para proteger la información contenida en dichos sistemas y también la que se trasmite y/o recibe por redes privadas o internet, por ello muchas veces incluyen desde funciones criptográficas, diseño de protocolos propios y consultoría en análisis y verificación hasta servicios de pruebas de seguridad y evaluaciones específicas para sistemas embebidos.

Un número importante de sistemas embebidos se pueden conectar a diferentes tipos de redes o internet para ampliar su desempeño. Actualmente, desde artefactos electrodomésticos hasta grandes equipos industriales que contienen sistemas embebidos, se pueden comandar en forma remota por medio de conexiones a internet, pudiendo ser dirigidos incluso a través de teléfonos celulares. Ello implica una escala de riesgos mayor, ya que no sólo se trata de integridad de la información la que se compromete, sino de que diferentes elementos pueden ser gobernados por un atacante y puede ocurrir un abanico increíble de problemas incluidos los de gran magnitud y consecuencias. Por tal razón siempre en estos sistemas está presente un compromiso entre el costo y la seguridad que se puede lograr.

Resultados y Discusión.

Resumiendo lo expresado hasta aquí, en la TABLA 1 se destacan las características esenciales de los sistemas embebidos y las tecnologías computacionales que implica dominar, para acometer su diseño exitoso.

TABLA 1. Características de los sistemas embebidos y tecnologías que emplean.

Componente	Características	Tecnología involucrada
Hardware	➢ No gran capacidad de procesamiento. ➢ Posibilidad de conectividad en muchos casos. ➢ Embebido en elementos o equipos de diversa naturaleza. ➢ No gran cantidad de memoria. ➢ Fuertes restricciones de: disminución de costos, consumo de energía y tamaño, buen desempeño y seguridad.	▪ Diseño de Hardware. ▪ Tecnologías para las Comunicaciones. ▪ Técnicas y métodos para la Seguridad.
Software	➢ Programa específico que se ejecuta repetitivamente y realiza funciones propias de un problema tecnológico. ➢ Generalmente con restricciones de tiempo real y reactivos ante situaciones disímiles.	▪ Diseño de Software. ▪ Utilización de sistemas en tiempo real. ▪ Tecnologías para las Comunicaciones. ▪ Técnicas y métodos para la seguridad. ▪ Dominio de aspectos tecnológicos

Si bien es cierto que en el plan actual de la carrera de Sistemas Computacionales se incluyen elementos que abarcan los aspectos necesarios y presentes en los sistemas embebidos, a saber: Diseño de Hardware, Tecnologías para las Comunicaciones, Diseño de

Software, Técnicas y métodos para la Seguridad; lo real es que sobre todo lo relativo a comunicaciones y seguridad está muy enfocado a la utilización de un medio de cómputo como PC para su uso en la gestión de la información. Por otro lado, existen carencias cognitivas sobre los sistemas de tiempo real y su empleo y no existe una formación básica que permita al ingeniero que egresa adquirir relativamente rápido y sin gran complicación, los aspectos tecnológicos que se requieran en caso de tener que trabajar en el desarrollo de algún sistema embebido.

Conscientes de las carencias cognitivas enumeradas anteriormente y de la importancia de que los egresados en sistemas posean un perfil amplio para que pueda acometer desarrollo de proyectos de sistemas informáticos y sistemas embebidos, se propone que la carrera cuente con cierta especialización en que se refuercen los conocimientos en las áreas enumeradas, lo cual se sintetiza en la Tabla 2.

TABLA 2. Conocimientos que deben reforzarse en la especialidad de Sistemas Embebidos.

Denominación	Contenido
Seguridad en los Sistemas Embebidos	Debe abarcar el aprendizaje de los elementos básicos de seguridad presentes en la gama de sistemas embebidos existentes, que va desde algoritmos de encriptación hasta sistemas de autentificación y protocolos de seguridad en internet e incluso para sistemas inalámbricos.
Comunicación en los Sistemas Embebidos.	Destacar los protocolos más empleados en los sistemas embebidos actuales considerando la tecnología alámbrica e inalámbrica.
Sistemas en Tiempo Real	Propiciar el aprendizaje de los aspectos generales de los sistemas de tiempo real y su uso, destacándose los mecanismos básicos de manipulación del recurso tiempo y los sistemas más empleados actualmente y sus características.

Sensores y Actuadores	Destacar los sensores, captadores y actuadores de uso frecuente en los sistemas embebidos destacándose los principios de funcionamiento y las características fundamentales. Importante mencionar las tarjetas de E/S profesionales que se ofertan en el mercado y el tratamiento que se realiza en las señales tanto de entrada como de salida, analógicas y digitales.

Aunque se expresó en pocas palabras los cuatro aspectos reflejados en la Tabla 2, cada tópico abarca un abanico amplio de conocimientos que en un proceso de aprendizaje únicamente presencial puede resultar agotador para estudiantes y profesores, por esa razón parece ser atinado el disponer de una pequeña biblioteca de Objetos de Aprendizajes dentro de cada temática que faciliten, con el uso de las TIC´s la adquisición de tales conocimientos, pues con relativa facilidad se pueden combinar recursos textuales y visuales que esclarecerían los conocimientos, esquematizarlos e incluso hacer un mejor aprovechamiento del tiempo disponible para el aprendizaje.

Conclusiones.

Conscientes de que los sistemas embebidos están presentes en múltiples aplicaciones cotidianas: en las fábricas, para controlar los proceso de montaje o producción, en diferentes máquinas que se encargan de determinadas tareas que deben ser gobernados por un procesador, en los puntos de servicio o venta, en los puntos de información al ciudadano, en los sistemas radar de aviones, en múltiples equipos de medicina en hospitales y ambulancias UVI – móvil y en un sin fin de posibilidades, aún por descubrir o en estado embrionario, como son los refrigeradores inteligentes que controlan su suministro vía Internet, PC de bolsillo, etc.; resulta imperiosa una revisión del Programa de la Carrera en Sistemas Computacionales a nivel tecnológico, en particular en las especialidades que se ofertan, para que se amplíen y se brinden los elementos cognitivos relacionados con los sistemas embebidos y los que egresen estén mejor preparados para acometer el diseño y desarrollo de tales sistemas.

Se propone desarrollar una especialidad que insista en cuatro áreas fundamentalmente: Seguridad en los Sistemas Embebidos, Comunicaciones en los Sistemas Embebidos, Sistemas en Tiempo Real y Sensores y actuadores. Pero sobre todo que las materias que abarquen los temas anteriores sean presenciales con apoyo del uso de bibliotecas de Objetos de Aprendizajes en dichas temáticas que empleando recursos multimedios permitan ilustrar el amplio abanico de subtemas que se deben abordar.

Agradecimientos.

Al I.T. Zacatepec y en especial al Dpto. de Desarrollo Académico que facilitaron la obtención de los elementos que se presentan en el presente trabajo.

Referencias.

[1] Morton, T. (2000). “Embedded Microcontrollers”, Ed. Prentice-Hall.

[2] Simon, D. (1999). “And Embedded Software Primer”, Ed. Addison-Wesley Professional.

[3] Wilmshurst, T. “An Introduction to the Design of Small Scale Embedded Systems with examples from PIC, 80C51 and 68HC05/08 Microcontrollers”. Palgrave Foundations. 2003.

[4] Wolf, W (2008). “Computers as components: Principles or Embedded Computing System Design”, 2nd Edition. Morgan Kaufmann.

SIMULACIÓN DINÁMICA DE PROBLEMAS CON VALOR INICIAL CON GEOGEBRA

M. P. Melendez[1] , F. A. Juárez[2] , J. A. Ramos [3]

[1]Instituto Tecnológico de Celaya – martha.melendez@itcelaya.edu.mx; [2]Instituto Tecnológico de Celaya - f.ale_juarez@hotmail.com –[3]Instituto Tecnológico de Celaya –Av. Tecnológico s/n. Celaya, Gto., C.P. 3800 alfredo.ramos@itcelaya.edu.mx

***Área de participación**: Objetos de Aprendizaje y TIC's Aplicados a la Enseñanza*

Resumen

En el presente trabajo se aborda la solución de modelos matemáticos a través de una ecuación diferencial con valores iniciales, se presentan dos problemas: el primero trata el problema de mezclado de una solución salina en un tanque agitado mediante la simulación dinámica del modelo diferencial obtenido a través de la ecuación de continuidad. El segundo, es la simulación de las ecuaciones de movimiento del péndulo doble oscilando en un plano vertical debido a la influencia de la gravedad. Ambos problemas están considerados como un problema de valor inicial en la teoría de las ecuaciones diferenciales. Se emplea el software de geometría dinámica GeoGebra para realizar la simulación bajo una diversidad de condiciones tanto iniciales como de operación de los fenómenos, logrando mediante el diseño de un applet obtener la solución del problema en estudio tanto analítica, numérica como gráficamente.

Introducción

Desde finales del siglo XX, la enseñanza integrada de la ciencia con la tecnología se ha intensificado. La incidencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC´s) en los diferentes ámbitos sociales es cada vez más notable, las posibilidades de acceso a la información y las herramientas que posibilitan la gestión de la misma son cada vez mayores y diversas, lo cual conlleva la necesidad de formar ciudadanos que adicionalmente a los conocimientos específicos de su área de estudio comprendan y utilicen dichas herramientas.

El mundo reclama profesionistas con capacidad para identificar y resolver problemas, motivo por el cual, los sistemas educativos y la misma sociedad afrontan el reto de transformar la docencia, considerando que las habilidades del hombre del siglo XXI están asociadas a profundos cambios en los modelos educativos y por ende de las instituciones educativas y de la práctica docente.

Considerando que la tecnología ha permeado en todos los aspectos de nuestra vida, es imprescindible su incorporación en el ámbito escolar, considerando además que actualmente los jóvenes son en gran proporción visuales. En este contexto, las TIC´s constituyen una parte importante del proceso de aprendizaje, una alternativa entre muchas para iniciar un cambio en la forma de enseñar.

Los docentes reconocen que la implementación las TIC's en su práctica docente, mejora la calidad de su enseñanza. Sin embargo, no se trata de enseñar sobre el uso de las TIC´s, es decir, de formar a los estudiantes en las habilidades y destrezas que son necesarias para desenvolverse con soltura en la Sociedad de la Información; sino de dar un paso más y entender que utilizar las TIC´s en el aula significa seleccionar algunas de las herramientas que ofrecen y usarlas desde una perspectiva pedagógica, no como un complemento a la enseñanza tradicional sino como una vía innovadora que, integrando la tecnología en el currículo, consigue mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje y los progresos escolares de los estudiantes.

De acuerdo con *Figueroa S. y Cordero R. (s.f)* la incorporación crítica y reflexiva de las TIC´s en la enseñanza de las Ciencias Básicas "implica un aporte para la formación profesional del ingeniero ya que posibilitan la adquisición de competencias para:

- Promover y acompañar el aprendizaje, apropiándose del lenguaje de las nuevas tecnologías y de sus posibilidades a favor de la educación.
- Utilizar las nuevas tecnologías como recurso educativo y mediarlas desde la educación.
- Presentar el camino de las nuevas tecnologías como invitación a la comunicación o como un puente entre la mediación pedagógica y los saberes".

Quizás pueda resultar obvio afirmar que para enseñar con TIC de una forma eficaz es necesario que el docente domine los tres componentes básicos: contenido, pedagogía y tecnología.

Estas destrezas y conocimientos sirven para que los estudiantes se familiaricen con las TIC´s y obtengan de ellas el mayor provecho posible. También son necesarias para el aprendizaje a lo largo de toda la vida, lo cual es indispensable en una sociedad que está cambiando constantemente.

De acuerdo con *Gutiérrez (2005)* el uso de las TIC´s en la enseñanza de las matemáticas sugiere el uso de software de geometría dinámica, pues permite a los estudiantes la exploración y verificación de propiedades geométricas, así como la automatización del cálculo geométrico. La naturaleza constructivista del procesador geométrico desarrolla en los estudiantes aptitudes para realizar en poco tiempo la tarea encomendada y proceder a explorar otras posibilidades.

Debido a la influencia de la introducción de software libre, ha surgido con gran fuerza el software GeoGebra, el cual está disponible de manera libre y gratuita para varias plataformas y dispositivos. GeoGebra no es solamente geometría (Geo), también es álgebra

(Gebra), cálculo, análisis y estadística. La gran variedad de opciones que ofrece hacen que sea utilizado para proponer a los estudiantes sencillas tareas de investigación y experimentación, las cuales en su mayoría, no requerirán demasiados conocimientos técnicos, solamente algunas herramientas básicas y comandos.

Algunas de las características del GeoGebra señaladas por *Gavilán y Barroso (2009, 2011)* se presentan a continuación:

- GeoGebra es un software libre diseñado para ser utilizado en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles educativos.
- Tiene la característica de integrar las capacidades de los programas de geometría dinámica con las capacidades de los programas de cálculo simbólico y de las hojas de cálculo.
- Permite el uso simultáneo de los sistemas de representación simbólico (algebraico/numérico) y gráfico en tres ventanas simultáneas (algebraica, gráfica y hoja de cálculo). Las manipulaciones o modificaciones de objetos geométricos o matemáticos en una de las ventanas, tiene de forma inmediata repercusión en las ventanas restantes.
- Cuenta con una interface "amigable" que facilita su uso, lo cual lo convierte en un instrumento útil para la enseñanza de las matemáticas.
- Establece diferencias entre dibujo y figura, lo cual es útil para describir la forma en la cual los estudiantes interpretan las representaciones realizadas en la pantalla de la computadora. El estudiante debe conocer las herramientas necesarias de construcción pero también las propiedades geométricas del objeto, lo cual requiere conocimiento del software y de las matemáticas *(Hollebrands, 2007).*
- GeoGebra es un software que no requiere inversión para su uso y su continua evolución hace que surjan nuevas versiones o se incorporen nuevas herramientas, con las cuales se incrementa su potencia y sus posibilidades didácticas.

Por las razones anteriormente expuestas, el GeoGebra se está convirtiendo en un recurso imprescindible para los docentes interesados en incorporar las TIC´s a su práctica docente.

Para *Saidón, Bertúa y Morel (2010)* integrar la geometría, el álgebra y el análisis dinámicamente en actividades mediadas a través de un software libre como GeoGebra, involucra un reto disciplinar y didáctico tanto para los docentes como para los estudiantes, a través de una alternativa conceptual para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas y las competencias matemáticas.
El GeoGebra está diseñado para interactuar dinámicamente además de permitir los siguientes usos didácticos *(Santana, 2010)*:

- Soporte para las explicaciones del profesor.
- Soporte para la resolución de problemas por los alumnos.
- Herramienta para que el alumno realice investigaciones.
- Utilidad para la creación de actividades interactivas.
- Herramienta para realizar construcciones a través de las cuales es posible observar propiedades y características.

- Realización de construcciones geométricas planas complicadas.
- Cálculo y realización de problemas.

A través del diseño de situaciones didácticas empleando el software GeoGebra, se da un tratamiento algebraico, analítico y geométrico integrado dinámicamente, lo cual permite un abordaje tanto experimental como conceptual a través del planteamiento, modelado y resolución a través de procesos de investigación. Es decir, a través de la simulación podemos identificar lo que no sabemos o no consideramos.

Una construcción dinámica constituye un sistema de relaciones entre diversos elementos con el propósito de establecer diferencias entre las consecuencias de las definiciones, propiedades y vinculaciones establecidas. Así, la exploración guiada por propósitos específicos, lleva a través de los mecanismos derivados de la construcción dinámica a la distinción y hasta el (re)descubrimiento (*Saidón, Bertúa y Morel, 2010).*

Descripción del Método

La incorporación de las TIC´s en la educación busca propiciar un cambio estructural y cognitivo a través de la innovación tecnológica y de los procesos de enseñanza y aprendizaje. El éxito o fracaso de la incorporación de las TIC´s depende de la forma en la cual se interprete, implemente y redefinan estos procesos.

El docente debe asumir los nuevos retos en el uso de la tecnología, pues se espera de él que sea innovador en y desde el uso de las TIC´s a fin de favorecer el desempeño y desarrollo de las competencias del estudiante, el cual actualmente se encuentra inmerso en el uso de la tecnología por lo cual, es necesario proporcionarle actividades de enseñanza y aprendizaje que orienten su formación a través de la incorporación de las TIC´s.

En la enseñanza de las Ciencias Básicas, el desarrollo de esta competencia supone el uso de software matemático, así como el diseño de actividades de aprendizaje donde se privilegie el uso de tecnologías de información especialmente en aquellas asignaturas que requieren la representación gráfica de ecuaciones y conceptos.

El diseño de materiales interactivos es fundamental, pues permite a los estudiantes disponer de aplicaciones visuales que explican conceptos complejos o que permiten visualizar de forma clara errores o confusiones comunes. A través del uso de GeoGebra es posible implementar diversos applet que pueden llegar a ilustrar diversos conceptos teóricos de diversas asignaturas del área de las ciencias básicas.

Lo anterior ocasiona que actualmente el profesor requiera de preparación tanto para la adquisición de conocimientos y actualización de los mismos, así como del desarrollo de nuevas habilidades y destrezas en una sociedad en constante cambio. Tal como menciona *Fernández M. (2003)* “se reclama la capacitación de los profesionales de la educación en el dominio y explotación didáctica de las nuevas tecnologías tras reconocer que con su auxilio se puede lograr la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en sintonía con los cambios que hoy se operan en la sociedad y en el individuo”.

El mismo autor afirma respecto al rol del profesor “debe ser un conocedor de su materia, pero además ha de aprender a ser un experto gestor de información sobre la misma, un buen administrador de los medios a su alcance, y desde esta orientación, dinamizar el aprendizaje de sus alumnos”.

La predisposición de los estudiantes para el uso de tecnología es favorable. Es evidente el carácter motivador de la misma y su eficacia para favorecer la implementación de metodologías activas y participativas, que permiten al estudiante sentirse partícipe de su propio aprendizaje. De esta forma, es posible trabajar diversas asignaturas interactuando con objetos matemáticos, construirlos, analizar comportamientos, comprobar propiedades, hacer conjeturas y realizar simulaciones.

Por su parte los profesores a través de esta herramienta disponen de un medio para presentar conceptos y procedimientos de forma atractiva y dinámica con la finalidad de fomentar la reflexión y el análisis. La utilización correcta de la misma permitirá reducir tiempo y esfuerzo dedicados a tareas que pueden resultar tediosas para enfocarse en aspectos que resulten más pedagógicos e interesantes.

La implementación del GeoGebra en la solución de problemas dinámicos, pretende que los estudiantes aborden procesos matemáticos relacionados con la identificación y definición de conceptos, propiciando el razonamiento inductivo y deductivo así como la formulación de conjeturas. El uso de GeoGebra en la práctica docente se puede realizar a través de un applet, pues *así*, se ofrece al estudiante la posibilidad de manipular objetos geométricos e indagar sus propiedades, además de permitir conocer todas las relaciones entre objetos geométricos de una figura, pues el programa las hace explicitas al aprendiz.

De esta forma, los estudiantes no requieren necesariamente conocer el uso de las herramientas y menús del GeoGebra, solamente requieren conocer el objetivo del problema de estudio y la forma de operar el applet. El uso adecuado de programas educativos como GeoGebra, permite modelar o visualizar problemas o situaciones matemáticas que propician la comprensión de conceptos teóricos y superar obstáculos en el proceso de enseñanza y aprendizaje del área de matemáticas.

Fundamento Teórico del problema de mezclado de soluciones

Una solución es una mezcla de un soluto (que puede ser líquido, sólido o gaseoso), en un solvente que puede ser líquido o gaseoso.

Los tipos de mezclas o soluciones que se pueden obtener son:

i) Soluciones líquidas cuando disolvemos un sólido o un líquido en un líquido.
ii) Soluciones gaseosas cuando se disuelve un gas en un gas.

Ecuación de Continuidad:

La ecuación de continuidad es una ecuación de la física matemática que expresa la ley de conservación ya sea de forma integral o bien de forma diferencial; con ella se construyen modelos de fenómenos en diferentes áreas del conocimiento que dependen del tiempo, dando como resultado una o varias ecuaciones diferenciales. La ecuación de continuidad nos dice que la tasa de acumulación de una variable x en un recipiente (el cual puede ser un tanque, un órgano humano, una ciudad, un banco, un sistema ecológico, etc.) es igual a su tasa de entrada menos su tasa de salida; tanto la tasa de entrada como la tasa de salida pueden ser constantes o variables.

Si la variable es x y la tasa de entrada es $E(t)$ y la tasa de salida es $S(t)$ entonces la tasa de acumulación es:

Tasa de acumulación = Tasa de entrada − Tasa de salida

$$\frac{dx}{dt} = E(t) - S(t) \tag{1}$$

Definición del problema de estudio

Una salmuera (solución de sal en agua), se bombea hacia un tanque a una velocidad v_1 (l de salmuera/m) y con una concentración de c_1 (gr sal/ l de salmuera).

Si inicialmente un tanque contiene Q litros de salmuera con P gr de sal disuelta. Ver Figura 1.

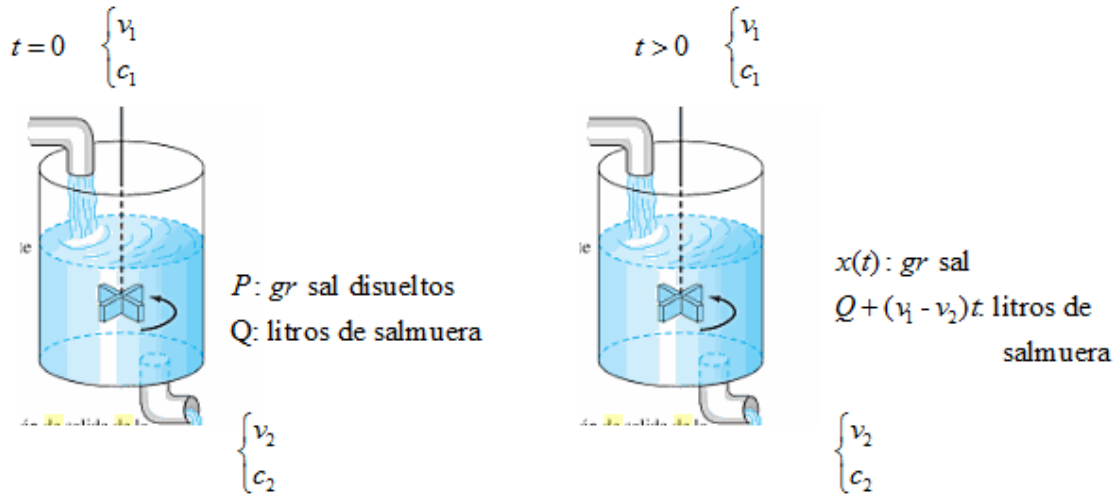


Figura 1. Dilución de una salmuera

Si la mezcla bien homogenizada mediante un agitador dentro del tanque abandona este a una velocidad de v_2 litros de salmuera/min, entonces, podemos realizar un balance para la cantidad de sal dentro del tanque en cualquier instante de tiempo como se describe a continuación.

Sean $x(t)$ los gramos de sal disueltos en el tanque en cualquier instante t>0, entonces:

$$\frac{dx}{dt} = \text{tasa de acumulación de soluto= Tasa de entrada de soluto - Tasa de salida de soluto}$$

$$\frac{dx}{dt} = v_1\left(\frac{l \text{ de sol.}}{\text{min}}\right)c_1\left(\frac{\text{g de soluto}}{l \text{ de sol}}\right) - v_2\left(\frac{l \text{ de sol.}}{\text{min}}\right)c_2\left(\frac{\text{g de soluto}}{l \text{ de sol}}\right)$$

$$= v_1c_1 - v_2\frac{x}{Q+(v_1-v_2)t} \tag{2}$$

Para obtener la ecuación diferencial lineal y no homogénea de la forma

$$\frac{dx}{dt} + v_2\frac{x}{Q+(v_1-v_2)t} = v_1c_1 \tag{3}$$

Donde el denominador del segundo término del lado izquierdo expresa el volumen de solución dentro del tanque como una función del tiempo de operación del proceso. En el caso de que los flujos de entrada y salida sean iguales entonces el denominador permanece constante en el valor de Q.

Empleando el programa GeoGebra se logra resolver la ecuación diferencial de forma tanto analítica como gráficamente al mismo tiempo que se diseña un applet interactivo donde se pueda modificar al gusto las variables en operación del problema. A diferencia de otros programas de CAS donde los resultados gráficos se muestran estáticos, GeoGebra permite dar animación a los gráficos a través de un deslizador para la variable independiente, en este caso el tiempo, de forma que se tiene resultados instantáneos y una gráfica animada. Es también posible crear textos dinámicos que actualizan el enunciado del problema con los valores de operación lo que permite crear una variedad de problemas distintos en una misma hoja de trabajo. El applet para su manejo se encuentra disponible en el sitio de geogebratube http://tube.geogebra.org/material/show/id/671721. Una Imagen de los resultados para determinadas condiciones se ilustra en las Figura 2.

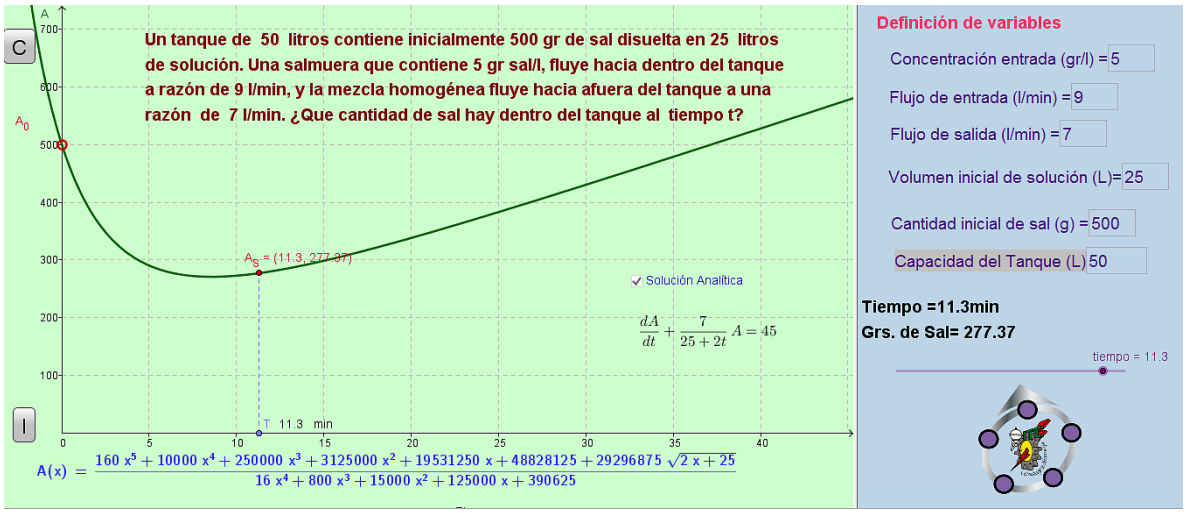


Figura 2. Diseño del Applet para el problema de mezclado.

Fundamento teórico del movimiento del péndulo doble

El péndulo doble como se muestra en la Figura 3, está formado por dos barras rígidas de longitudes l_1y l_2, de los que cuelgan dos masas m_1 y m_2. En un instante determinado t, los hilos inextensibles forman ángulos θ_1 y θ_2 con la vertical que se extienden desde el centro de masa m_1. La dirección del movimiento se considera positiva hacia la derecha y la negativa hacia la izquierda

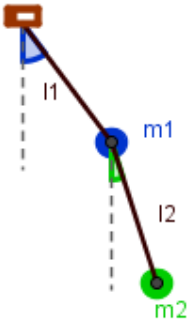


Figura 3. Péndulo Doble

Ecuaciones del movimiento

Si suponemos que los desplazamientos $\theta_1(t)$ y $\theta_2(t)$ son pequeños, entonces las aproximaciones $\cos(\theta_1-\theta_2)\approx 1$ y $\sin(\theta_1-\theta_2)\approx 0$, $\sin(\theta_1)\approx\theta_1$ y$\sin(\theta_2)\approx\theta_2$ nos permiten simplificar el sistema de ecuaciones diferenciales no lineal presentado por (Zill & Wright, 2014) para describir el movimiento de las masas en función de la amplitud del ángulo de desplazamiento en la forma linealizada

$$(m_1+m_2)l_1^2\theta_1'' + m_2 l_1 l_2 \theta_2'' + (m_1+m_2)l_1 g\theta_1 = 0 \qquad (4)$$

$$m_2 l_1 l_2 \theta_1'' + m_2 l_2^2 \theta_2'' + m_2 l_2 g \theta_2 = 0 \tag{5}$$

Estableciendo las condiciones iniciales para el problema, donde $\theta_1(0)$ y $\theta_2(0)$ representan el desplazamiento inicial en radianes y $\theta'_1(0)$ y $\theta'_2(0)$ representan la velocidad angular de las masas en un instante de tiempo igual a cero, podemos escribirlas de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \theta_1(0) = c_1 \ ; \ \theta_1'(0) = c_2 \\ \theta_2(0) = c_3 \ ; \ \theta_2'(0) = c_4 \end{aligned} \tag{6}$$

Es posible resolver el problema aplicando la Transformada de Laplace a las ecuaciones (4) y (5). El sistema en el dominio de Laplace escrito en forma matricial queda de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} [(m_1+m_2)l_1^2 s^2 + (m_1+m_2)l_1 g]\theta_1(s) & [m_2 l_1 l_2 s^2]\theta_2(s) & (l_1(c_1 l_1 m_1 + c_1 l_1 m_2 + c_3 l_2 m_2))s + l_1(c_2 l_1 m_1 + c_2 l_1 m_2 + c_4 l_2 m_2) \\ [m_2 l_1 l_2 s^2]\theta_1(s) & [m_2 l_2^2 s^2 + m_2 l_2 g]\theta_2(s) & (l_2 m_2(c_1 l_1 + c_3 l_2))s + l_2 m_2(c_2 l_1 + c_4 l_2) \end{bmatrix}$$

Si establecemos algunas igualdades para trabajar con menos términos, el sistema anterior se simplifica y queda como sigue:

$$\begin{matrix} [As^2 + C]\theta_1(s) & [Bs^2]\theta_2(s) & (Ac_1 + Bc_3)s + (Ac_2 + Bc_4) \\ [Bs^2]\theta_1(s) & [Ds^2 + E]\theta_2(s) & (Bc_1 + Dc_3)s + (Bc_2 + Dc_4) \end{matrix} \tag{7}$$

Resolviendo para $\theta_1(s)$ y $\theta_2(s)$ tenemos:

$$\theta_1(s) = \frac{(c_1 l_1 l_2 m_1)s^3 + (c_2 l_1 l_2 m_1)s^2 + (g(c_1 l_1 m_1 + c_1 l_1 m_2 + c_3 l_2 m_2))s + g(c_2 l_1 m_1 + c_2 l_1 m_2 + c_4 l_2 m_2)}{(l_1 l_2 m_1)s^4 + (g(l_1 + l_2)(m_1 + m_2))s^2 + g^2(m_1 + m_2)} \tag{8}$$

$$\theta_2(s) = \frac{(c_3 l_1 l_2 m_1)s^3 + (c_4 l_1 l_2 m_1)s^2 + (g(c_1 l_1 + c_3 l_2)(m_1 + m_2))s + g(c_2 l_1 + c_4 l_2)(m_1 + m_2)}{(l_1 l_2 m_1)s^4 + (g(l_1 + l_2)(m_1 + m_2))s^2 + g^2(m_1 + m_2)} \tag{9}$$

Observando que las ecuaciones (8) y (9) tienen la misma expresión en el denominador y sabiendo que una ecuación de cuarto grado sin términos con exponente impar es resultado de un producto entre dos sumas de cuadrados, por lo que podemos establecer lo siguiente:

$$(l_1 l_2 m_1)s^4 + (g(l_1 + l_2)(m_1 + m_2))s^2 + g^2(m_1 + m_2) = Xs^4 + Ys^2 + Z = X(s^2 + \alpha^2)(s^2 + \beta^2) \tag{10}$$

Dónde:

$$X = l_1 l_2 m_1 \ ; \ Y = g(l_1 + l_2)(m_1 + m_2) \ ; \ Z = g^2(m_1 + m_2)$$

Así mismo los términos α^2 y β^2 de (10) son obtenidos al resolver la ecuación de cuarto grado, cuyo valor depende de los coeficientes *X*, *Y* y *Z* y dado que el denominador se descompuso en los factores $X(s^2 + \alpha^2)(s^2 + \beta^2)$ se puede efectuar una expansión en fracciones parciales, teniendo a $\theta_1(s)$ y $\theta_2(s)$ de la siguiente forma:

$$\theta_1(s) = \lambda_1 \frac{1}{s^2+\beta^2} + \mu_1 \frac{s}{s^2+\beta^2} - \sigma_1 \frac{1}{s^2+\alpha^2} - \varphi_1 \frac{s}{s^2+\alpha^2} \tag{11}$$

$$\theta_2(s) = \lambda_2 \frac{1}{s^2+\beta^2} + \mu_2 \frac{s}{s^2+\beta^2} - \sigma_2 \frac{1}{s^2+\alpha^2} - \varphi_2 \frac{s}{s^2+\alpha^2} \tag{12}$$

Donde λ_1, μ_1, σ_1, φ_1 son coeficientes inherentes a $\theta_1(s)$ y cuyo valor depende de las masas, longitudes, condiciones iniciales y de *X*, *Y* y *Z*. Así mismo λ_2, μ_2, σ_2, φ_2 son coeficientes de $\theta_2(s)$. Aplicando la anti transformada de Laplace a las ecuaciones (8) y (9) para conocer la solución en el dominio del tiempo tenemos:

$$\theta_1(t) = \lambda_1 \frac{\sin(\beta t)}{\beta} + \mu_1 \cos(\beta t) - \sigma_1 \frac{\sin(\alpha t)}{\alpha} - \varphi_1 \cos(\alpha t) \tag{13}$$

$$\theta_2(t) = \lambda_2 \frac{\sin(\beta t)}{\beta} + \mu_2 \cos(\beta t) - \sigma_2 \frac{\sin(\alpha t)}{\alpha} - \varphi_2 \cos(\alpha t) \tag{14}$$

Así, las ecuaciones (13) y (14) determinan el comportamiento del movimiento del péndulo doble a través del tiempo. El proceso de solución para estas ecuaciones requiere análisis y entendimiento de la transformada de Laplace y no se desglosa en este trabajo. Vistas de la solución del problema simulado en GeoGebra se muestran en las Figura 4 y 5, cada una bajo condiciones distintas de operación

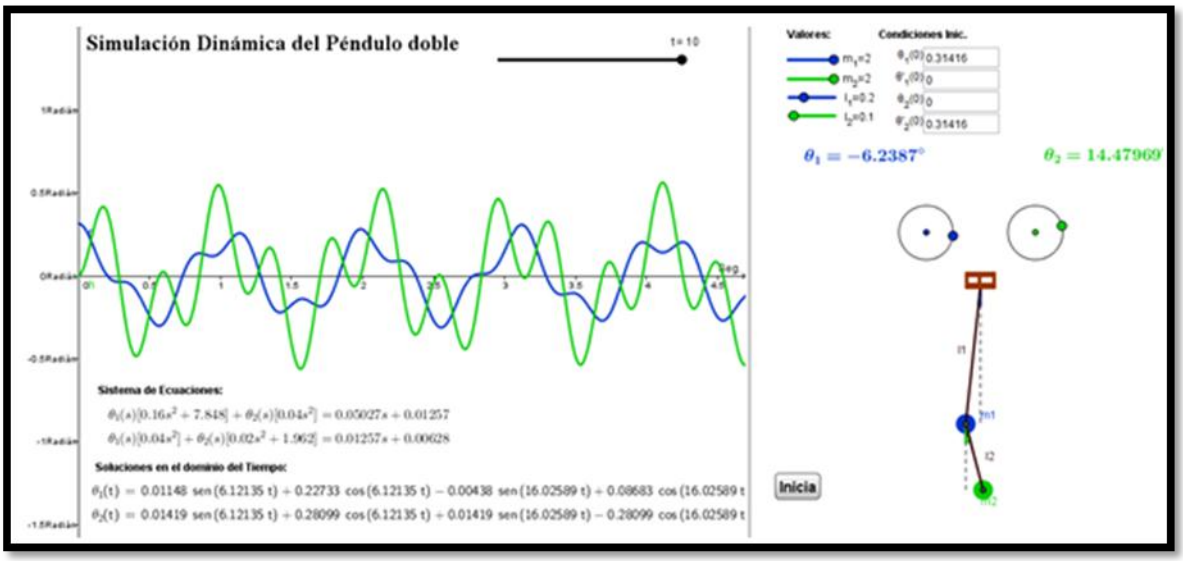


Figura 4. Vista de resultados del movimiento oscilatorio del péndulo doble

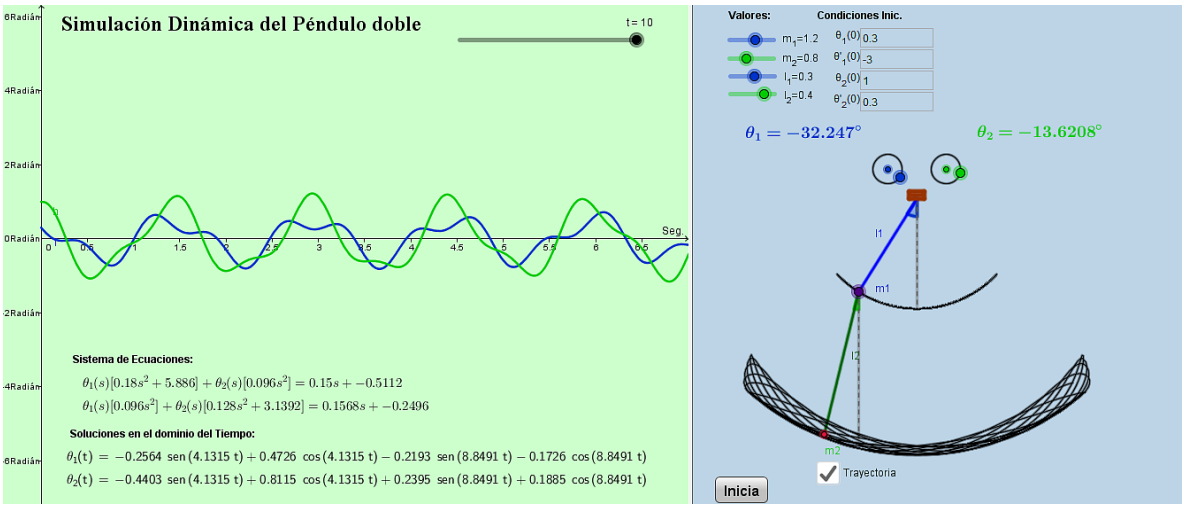


Figura 5. Simulación del péndulo doble con $m_1 = 1.2, m_2 = 0.8, l_1 = 0.3, l_2 = 0.4$ y velocidades angulares de $\theta'_1 = 1\ rad/s$ y $\theta'_2 = 0.3\ rad/s$

El applet de esta simulación se puede descargar libremente desde geogebratube http://tube.geogebra.org/material/show/id/676249

Resultados y Discusión

La incorporación del software dinámico dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje propicia:

1. La motivación y participación de los estudiantes a través de la discusión de la solución de un problema.
2. La generación de conjeturas por parte del alumno.
3. La optimización de tiempos para resolver problemas en el aula bajo una diversidad de condiciones y el análisis de sus resultados.
4. La generación de conocimientos y habilidades en el docente y en el alumno.

Tal como se observa en los ejemplos mostrados, la implementación de un procesador geométrico dinámico es posible extenderla a diversas asignaturas del área de las Ciencias Básicas, particularmente en aquellas donde los fenómenos de estudio tengan la característica de cambiar respecto a alguna de sus dimensiones.

Conclusiones

El uso de software dinámico en la solución de problemas matemáticos propicia la comprensión y aplicación de conceptos, estrategias y procedimientos matemáticos aplicados a la solución razonada de problemas tanto por el docente como por el alumno.

La simulación dinámica permite estudiar diferentes sistemas transitorios, de gran presencia en los programas de estudio de las Ciencias Básicas. La implementación de la simulación dinámica ha surgido a partir del estudio de sistemas en estado inestable, por ende lo convierte en una herramienta poderosa para predecir fenómenos en lapsos de tiempo cortos asemejándose a procesos reales. Así mismo, el control de procesos se ha vuelto de gran importancia en procesos industriales como una consecuencia de la competitividad global, factores económicos y normas ambientales más rigurosas.

La simulación permite tanto al docente como al estudiante experimentar con nuevas y variadas situaciones y como resultado de esa experimentación la construcción de un aprendizaje significativo, que requiere todo futuro profesionista.

Recomendaciones

El trabajo puede extenderse como una propuesta para que el docente diseñe applet para resolver problemas dinámicos a fin de propiciar la incorporación de las TIC´s a su práctica docente, además de proponer mecanismos que propicien el trabajo colaborativo entre los docentes y/o alumnos con el propósito de que contribuyan a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas.

Referencias

1. D. G. Zill; Warren S. Wright; *Ecuaciones Diferenciales*, CENGAGE, México, 2014.

2. L. Saidón; J. Bertúa; O. Morel; Un escenario dinámico de exploración matemática. *R. Iberoamericana de educación matemática*. 2010, 22, 157. Consultado el 23 de noviembre de 2014. Disponible en: http://www.fisem.org/web/union/revistas/22/Union_022_016.pdf

3. M. Fernández; Competencias profesionales del docente en la sociedad del siglo XXI. El Perfil del Profesorado del Siglo XXI. *R. Fórum europeo de Administradores de la Educación*. 2003, 11, 4.

4. M. Santana; Geometría analítica plana con GeoGebra. *R. Didáctica de las Matemáticas.* 2010, 75, 131. Consultado el 9 de febrero de 2015. Disponible en: http://www.sinewton.org/numeros/numeros/75/Experaula_01.pdf

5. Hollebrands, K. *The role of a dynamic software program geometry in the strategies high school mathematics students employ (2007)*. Journal for Research in Mathematics Education, 38(2), 164-192.

6. S. Figueroa; R. Cordero; Moodle: una herramienta de integración de material didáctico para la formación del ingeniero en las Ciencias Básicas. Consultado el 3 de febrero del 2015. Disponible en: http://www.caedi.org.ar/pcdi/Area%2011/11-583.PDF

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE LA PROSPECTIVA. UNA EXPERIENCIA CUBANA

Dra. Ana Lilia Castillo Coto, MSc. Gilberto González Hernández, MSc. Yuneisy Alonso García

Universidad de Cienfuegos, Cuba. Departamento de Dirección y Desarrollo Local,
analiliacastillocoto@rocketmail.com, ggonzalez@ucf.edu.cu, yalonso@ucf.edu.cu

***Área de participación**: Gestión de Mercadotecnia, Administración y Recursos Humanos*

Resumen

La prospectiva, además de permitir e impulsar el diseño del futuro, aporta elementos muy importantes al proceso de planeación y a la toma de decisiones, pues identifica peligros y oportunidades de determinadas situaciones futuras, además de que permite ofrecer políticas y acciones alternativas, aumentando así el grado de elección. Este enfoque percibe a la realidad como un sistema de manera dinámica que permite el estudio de los factores propios que lo configuran y definen, precisando las posibles alternativas de evolución del sistema, así como sus grados de libertad.

En Cuba se han desarrollado estudios con enfoque prospectivo desde los años 80 pero no se ha teorizado sobre el tema. En el presente trabajo se pretende efectuar un acercamiento preliminar a la ubicación de la prospectiva como enfoque en los procesos de dirección estratégica de la sociedad en general y de las empresas en particular.

En el presente trabajo se resumen los criterios acerca de la prospectiva emanados de su aplicación como enfoque en las ciencias de la administración por varios años. Se ha estructurado en tres partes. En la primera se resumen criterios teóricos acerca de la prospectiva, en la segunda se reseñan elementos referidos a la aplicación según su andamiaje instrumental y en la tercera se referencian algunas experiencias de aplicación práctica.

Introducción

Los hombres han tenido siempre un especial interés por las cuestiones que atañen al porvenir y han intentado adelantarse a su tiempo y tratado de dominar lo “que aún no ha sido”

Esta preocupación no sólo se ha reflejado en el arte de Verne, Borges, Lezama o Wells, sino también en manifestaciones más o menos serias como la adivinación, profecía, anticipación, premonición, ficción, predicción, etc, que están arraigadas en la naturaleza humana y expresan profundos sentimientos de insatisfacción con el presente y de esperanza (¿o temor?) hacia el futuro.

Es por ello que McHale, citado por Fernández Font, plantea que ***"… el futuro es un símbolo importante por el cual los seres humanos pueden hacer soportable el presente y dar un significado al pasado"***. (Fernández Font, 1999)

Así han ido difundiéndose los llamados "Estudios del futuro" o "prospectiva" que resulta un conjunto de actividades profesionales sistémicas realizadas sobre bases científicas, con cierto grado de formalización, orientadas a enunciar la posible y más probable evolución de los acontecimientos.

Los futuristas, futurólogos o prospectivistas consideran a tales estudios como una disciplina científica reciente, otros la consideran una protociencia.

Los primeros pronósticos de desarrollo tecnológico se hicieron en los años 30 del siglo XX por encargo gubernamental de los EEUU, pero un reconocimiento extendido de intentos de construir / interpretar el futuro, comienza de manera simultánea en Europa (específicamente Francia) y en los EEUU aunque con marcadas diferencias en cuanto al objeto de análisis.

(Fernández Font, 1999) (Jantsch, 1967) (Freeman, 1978) (Núñez Jover, 1999) (Morales, 1999) (Núñez Jover, 1999; INIE, 2013; Godet, 2013; Berger, 2013; Berger, 2013; Serra, 2002)

Mientras en los EEUU el centro de atención era el desarrollo tecnológico en la esfera militar; en Francia, y posteriormente en los países de la cuenca del Mediterráneo, se concentraban en la pronosticación geográfica, la demografía y el empleo.

La etapa de postguerra significó un despegue de los trabajos orientados al futuro. Los dos campos - socialista y capitalista- se estaban recuperando aceleradamente y la economía crecía a un ritmo acelerado y estable.

Estas condiciones generalizadas propiciaban una orientación a predecir el futuro como una prolongación del pasado reciente y del propio presente que ampliaba y reducía las mismas imágenes y relaciones existentes sin rupturas drásticas en las tendencias y sin considerar fenómenos nuevos.

De esta forma prevalecía una visión de futuro "único y predeterminado con un poco más de lo mismo" pronosticado sobre un andamiaje matemático-estadístico fomentado en el desarrollo de la escuela de la administración cuantitativa que – aunque se manifestaba de forma diferente en Oriente y Occidente - se sustentaba igualmente en las posibilidades que

brindaban la optimización, la modelación matemática, la cibernética y el pensamiento sistémico, y se apoyaba en las nuevas computadoras electrónicas.

Aunque las condiciones para la crisis petrolera de 1972-73 - y sus posteriores repercusiones financieras, tecnológicas y políticas - estaban a la vista de todos, no fueron previstas por ningún estudio del futuro conocido del mundo occidental. Por su parte el campo socialista interpretó los acontecimientos como signos anunciados de la crisis capitalista, y no previeron tampoco ninguna implicación o trascendencia en sus propios países o en todo el sistema.

A partir de la crisis petrolera -y la desaparición del patrón oro-dólar consecuente- ocurre una revolución tecnológica basada en la microelectrónica que contribuye a un cambio de percepción en los estudios del futuro que comienzan a ser globales y crecientemente complejos.

Estos nuevos modelos tienen características comunes como son: visión planetaria de los problemas, atención a los comportamientos demográficos, consideración de los recursos naturales y las materias primas, intentos de consideración del impacto ambiental y social, incomprensión de los problemas económicos y desconocimiento de la velocidad del cambio tecnológico.

Quiere decir que esta nueva forma de proyectar el futuro ya reconocía el aumento de la incertidumbre y la aparición de nuevos actores (Japón como potencia económica, NOAL OPEP…)

Las debilidades originales de los modelos globalistas comienzan a desaparecer a inicios de los años 80, en la misma medida en que aumenta la convicción de que no es posible estudiar fenómenos aislados en su entorno.

La década del 70 enseñó a los estudiosos del futuro – independientemente de su afiliación - que la previsión del futuro no radica en el desarrollo tecnológico, sino en los factores políticos e ideológicos, así como en los niveles de aceptación y difusión social de cada logro científico-tecnológico. (Jantsch, 1967)

Sección Experimental

Base metodológica y herramental de la prospectiva

Por prospectiva se entiende la búsqueda de posibilidades, exploración de nuevos campos y localización de recursos para garantizar el funcionamiento continuado y eficiente de una organización y resulta un concepto más abarcador que el de pronosticación que se refiere al

conocimiento de antemano de qué puede ocurrir sin una posición dispuesta a la acción modificativa.
Contar sólo con un conocimiento anticipado de qué puede ocurrir no es suficiente en las condiciones que el entorno impone a las organizaciones en la actualidad, es necesario crear las condiciones para poder actuar con anticipación. En esto estriba la diferencia entre ambos conceptos.
A diferencia de la visión parcial de la previsión clásica, la prospectiva tiene una visión global y considera variables cualitativas (ya sean cuantificables o no) y subjetivas (sean conocidas u ocultas).
Las relaciones son vistas por la prospectiva como muy dinámicas pues se parte del criterio de que toda estructura debe estar en constante evolución para que pueda estar capacitada para adaptarse al entorno cambiante pues se considera que el futuro es la razón de ser del presente y que es múltiple e incierto por lo que hay que adoptar una posición activa y creativa en contraposición a la pasiva - adaptativa que se recomienda en la previsión clásica.
La función prospectiva no debe ser identificada como un aspecto particular de la gestión empresarial sino como un enfoque generalizador (Fernández Font M. , Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión empresarial, 1996). En el mundo actual es cada vez más difícil poder aislar áreas específicas con una naturaleza o contenidos únicos, pues en la realidad todos los subsistemas componentes de una organización están estrechamente interrelacionados. Pierde sentido, entonces, concentrarse en problemas estrictamente comerciales o estrictamente tecnológicos por citar un ejemplo en un mundo cada vez más interdependiente.
Una característica común a casi la totalidad de los métodos de previsión que se han usado tradicionalmente ha sido su carácter fuertemente tendencial que reproduce para el futuro resultados acumulativos de procesos dinámicos muy estables e inerciales, sin cambios determinantes en sus estructuras, los parámetros o las situaciones por lo que la representación del futuro se hace de una manera unidireccional.
Otra limitante que se evita en la prospectiva es su carácter uninstrumental pues habitualmente se aplican métodos separados según sea el estudio a realizar. Al faltar la aproximación integral a los fenómenos bajo examen puede ocasionarse una apreciación parcial, fragmentada y reduccionista de los resultados finales.
Los métodos matemáticos utilizados en la prospectiva inicialmente fueron
el análisis intencional,

- los modelos cualitativos o no paramétricos (análisis estructural) y
- estocásticos (impactos cruzados). (Ambrosio, 1997)

Posteriormente se enriquecieron con otros como:

- los modelos de equilibrio general,
- las redes neuronales,
- la lógica Fuzzy y
- los algoritmos evolutivos.

La prospectiva no es un método para la solución de problemas sino una forma de ataque a los problemas, un enfoque para estudiar posibles estados futuros de una situación dada que trata de encontrar los posibles puntos de ruptura o de inflexión en las tendencias de los fenómenos bajo estudio y determinar los factores o causas que pueden motivarlos (Jeffery, W y Bentley, I., 1993) Como parte de un análisis tendencial requiere de un examen de alternativas de soluciones diferentes entre sí, respecto a un mismo objeto.

En un estudio prospectivo se interrelacionan distintos métodos, distintos factores o ángulos de un problema e incluso, diferentes puntos de vista sobre una misma cuestión resultando la forma natural de síntesis de los resultados, su expresión en términos de escenarios definidos por equipos de trabajo multidisciplinario. El valor de estos resultados no está en dependencia directa de la exactitud de los métodos utilizados sino de su adecuada elección y aplicación así como del correcto planteamiento del problema a estudiar y la capacidad de penetración que se logre en la esencia misma de los procesos bajo estudio.
Los estudios prospectivos pueden abordar una disciplina o una situación socioeconómica determinada y pueden ser considerados como elementos fundamentales del proceso de planificación y gestión económica orientados a la formulación de políticas de desarrollo y de toma de decisiones. (Ambrosio, 1997)
Es por ello que en casos donde no exista información confiable de referencia su aplicación resulta una herramienta muy eficaz.
Los métodos de la prospectiva se clasifican en:

- intuitivos,
- exploratorios,
- normativos y
- de sistemas de circuito cerrado.

Los métodos exploratorios y normativos desempeñan el rol principal en función del tiempo que condiciona la llamada polaridad fundamental de la previsión tecnológica y contiene la idea central de que existe una estrecha interacción entre la búsqueda de posibilidades (representada por los métodos exploratorios) y las necesidades o funciones (representada por los métodos normativos) (Fernández Font M. , Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión empresarial, 1996)
Con los métodos exploratorios de trata de conocer las opciones del futuro partiendo del presente mientras que con los normativos se trata de la fijación de un propósito o meta a alcanzar en algún momento del tiempo por venir y recorrer el camino inverso con el fin de encontrar la trayectoria posible.
Otra agrupación de los métodos básicos de la prospectiva podría ser:

- análisis de tendencias o extrapolación en función del tiempo.
- técnicas de estímulo a la creatividad.
- métodos estructurales (matriciales). (Fernández Font M. , Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión empresarial, 1996)
- técnicas de escenarios. (Godet, 2013)

Este agrupamiento se utilizará como guía analítica en el presente trabajo.
Cuando se utiliza la prospectiva para encontrar solución a un problema tecnológico del cual no existen referencias anteriores habrá que acudir a las técnicas de estímulo a la creatividad si no se tiene idea de las posibles soluciones y a los métodos matriciales si la posible solución se enmarca en un área de soluciones determinada pero con una posición exploratoria. Este enfoque percibe a la realidad como un sistema de manera dinámica que permite el estudio de los factores propios que lo configuran y definen, precisando las posibles alternativas de evolución del sistema, así como sus grados de libertad. (Arrechavaleta, N y Alpízar Fernández, R., 2005)

Análisis Estructural

1. Método Morfológico de Exploración Sistemática de Posibilidades Técnicas

El Método Morfológico de Exploración Sistemática de Posibilidades Técnicas es explicado por Fernández Font (Fernández Font, Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión empresarial, 1996) como semejante al árbol de objetivos con la diferencia de que excluye la jerarquía u orden de subordinación en los elementos.

Con él pueden examinarse la totalidad de soluciones posibles a un problema dado explorando sistemáticamente todas las posibilidades que pueden asumir. El procedimiento básico se enuncia de la siguiente manera:

- Se establece el enunciado exacto del problema a resolver como puede ser el diseño de un sistema, un método, un dispositivo, un aparato, etc.,
- Se identifican los factores, parámetros, o variables que resulten definitorios para la solución del problema y, en tal sentido, se elabora una lista de estos factores considerándolos como parámetros críticos que pueden asumir valores o propiedades independientes,
- Se construye una caja morfológica de forma matricial que incluya todos los valores posibles de los factores considerados,
- Para cada vector se analizan los elementos posibles de ser conectados, donde cada cadena representa una solución posible del problema inicial,
- Se determinan los valores de ejecución de todas las soluciones derivadas, en términos de tiempo, costos u otros criterios de evaluación. (Castiillo, A. L y González Suárez, E., 1998)

De esta manera se encuentran todas las posibles soluciones técnicas, se evalúan para eliminar aquellas que técnicamente sean imposibles hasta encontrar un "área de soluciones factibles".

Este método tiene una fundamentación heurística pues combina armónicamente los métodos de solución numérica con la evaluación cualitativa de los resultados. Con él es posible acudir al "sentido común" sin abandonar la fundamentación científica del resultado obtenido.

2. Método de Escenarios

Los escenarios constituyen un enfoque indispensable para orientar las opciones estratégicas. Así, el método de escenarios puede ayudar a elegir, situando al máximo de posibilidades a su lado, la mejor estrategia posible. Este método consiste, precisamente, en concebir y explorar los caminos que conducen a estos escenarios con miras al esclarecimiento de la acción, y sus objetivos son:

- Identificar los aspectos y cuestiones prioritarios de estudio (variables-clave), relacionando mediante un análisis explicativo global (lo más exhaustivo posible) las variables que caracterizan al sistema estudiado.
- Determinar, especialmente a partir de las variables-claves, los actores fundamentales, sus estrategias, los medios de que disponen para realizar sus proyectos.
- Describir, en forma de escenarios, la evolución del sistema estudiado teniendo en cuenta las evoluciones más probables de las variables-claves y a partir de juegos de hipótesis sobre el comportamiento de los actores
- Elegir las opciones estratégicas en coherencia con el escenario por el cual, o bien se apuesta, o en función de aquellas respuestas estratégicas que mejor se acomoden a

los diferentes escenarios con el fin de mantener los máximos niveles de libertad de actuación ante escenarios adversos que se puedan producir.

El método de escenarios se combina y complementa con el análisis estructural, pues un sistema, para que sea bien entendido, debe representarse por un conjunto de elementos relacionados entre sí. Por tanto, es esencial conocer la estructura del sistema y la red de interrelaciones existente entre sus elementos, al objeto de poder comprender mejor sus posibles evoluciones ya que, su estructura originaria siempre tenderá, salvo en casos de ruptura fragmentada del sistema, a mantener ciertos niveles de permanencia.

Las cinco fases de la metodología son:

- Análisis de la situación económica y búsqueda de variables estratégicas.
- Identificación de las variables-claves del sistema y de sus interrelaciones.
- Anticipación y comprensión de las evoluciones futuras.
- Elaboración de los escenarios prospectivos de la empresa.
- Elección de las opciones estratégicas.

En general, las dos primeras fases juegan un papel fundamental en la construcción del escenario. Durante la tercera se pretende anticipar los escenarios reales, deseados o esperados por parte de la empresa. Las dos últimas fases tratan de elaborar los escenarios prospectivos, el posicionamiento estratégico y la elección de las opciones estratégicas de la empresa en la perspectiva del año-horizonte que la empresa considere oportuno.

Fase 1: Análisis de la situación económica y búsqueda de variables estratégicas.

En esta fase se pretende establecer y concretar, en una primera aproximación, las fuerzas y debilidades actuales de la empresa e identificar y reconocer las amenazas y oportunidades para la misma, en la perspectiva del año-horizonte contemplado (Matriz DAFO). Ello nos permite el planteamiento de las adecuadas preguntas y el comienzo de la elaboración e identificación de la lista de variables-clave.

Este diagnóstico que se realizará, deberá ser dinámico y multidimensional, para poder caracterizar la naturaleza y el alcance de los retos de la empresa y poder poseer una visión territorial e ínter temático de todos los problemas que afectan a la misma. Un diagnóstico que permita la jerarquización de estos retos y las orientaciones de la empresa desde una óptica evolutiva y a escala mundial.

Fase 2: Identificación de las variables-claves y de sus interrelaciones.

Esta fase comprende tres pasos:

- Listado de variables-claves.
- Análisis estructural. Método MIC-MAC.
- Determinación de las variables motrices y dependientes del sistema.

Siempre se deben enfocar los problemas desde una visión global; así, resultará necesario tener en cuenta un gran número de variables de todo tipo: educacionales, socio-profesionales, laborales, económicas, de mercado, técnicas, tecnológicas, políticas, socioculturales, medioambientales…

A partir de los elementos del diagnóstico previo se comienza a delimitar el sistema constituido, por una parte por las variables internas a la empresa, y por la otra, por las variables externas. Aquí se incluye el establecimiento del listado de variables.

Seguidamente, se rellenará la matriz de influencias directas. Se determinará de manera cuantitativa el impacto que cada variable produce sobre el resto (análisis estructural). Esta matriz permitirá observar cuáles son las variables más motrices y tienen, por tanto, una acción más intensa y directa: sin embargo, no sería suficiente para descubrir las variables

ocultas, las cuales podrían tener también una gran o mayor influencia sobre las evoluciones del sistema.
Existen también relaciones indirectas entre las variables que se generan a través de los bucles interactivos de influencia y las relaciones de retroalimentación que el propio sistema genera.
Así, al comportar una matriz corriente decenas de variables que conforman varios millones de interacciones en forma de cadena o bucle, se realiza un tratamiento informático de la misma mediante un programa de matrices aplicado a una clasificación (Método MIC MAC) que recoge también las relaciones indirectas del sistema.

Método MIC MAC

Este método permite establecer las relaciones indirectas y los efectos de retroalimentación entre las variables, aportando dos tipos de resultados:
Una clasificación de las variables del sistema de la empresa en función de su sensibilidad al entorno (variables internas motrices y dependientes).
Una clasificación de las variables de entorno en función de su impacto sobre el resto de las variables (variables externas motrices y dependientes).
El método permite igualmente simular una clasificación indirecta que tiene en cuenta relaciones potenciales, es decir, inexistentes hoy, pero que la evolución del sistema las convierte en relaciones de influencia probables, o al menos posibles, en un futuro más o menos cercano.

Fase 3: Anticipación y comprensión de las evoluciones futuras.

Esta fase está conformada por los talleres de prospectiva y el análisis del juego de actores o método MACTOR.
Los talleres de prospectiva son talleres dirigidos, en principio, a un número restringido de participantes, ya que requieren un máximo que no exceda las veinte personas por taller. Se suelen proponer cuatro talleres con los siguientes temas:

- Taller sobre anticipación y control de cambio.
- Taller consistente en un ejercicio de reflexión que persigue desconfiar de las ideas recibidas, a propósito de la empresa y su entorno competitivo.
- Taller acerca de los arbitrajes entre el corto y el largo plazo.
- Taller de diseño del árbol de competencias del pasado, presente y futuro de la empresa.

Estos talleres ayudarán a la empresa y al resto de los actores implicados, a traducir las apuestas del futuro, a identificar los objetivos secundarios, las acciones, los proyectos, los estudios que contribuyen a la identificación de estos objetivos, y a comparar el esquema potencial de la realidad de los estudios y proyectos en curso. Asimismo, se podrán descubrir, muy rápido, las acciones en curso, cuya finalidad no está clara, y las apuestas importantes para las cuales se imponen nuevas acciones.
Sea cual sea el peso de las tendencias provenientes del pasado, el futuro no estará jamás totalmente determinado, siempre quedará abierto a un abanico de futuros posibles. Los actores de un determinado sistema disponen de múltiples grados de libertad, que podrán ejercer a través de sus acciones estratégicas, para llegar a las metas que se han fijado, o para realizar sus proyectos.
De esta manera, el análisis del juego de actores, la confrontación de sus proyectos, el examen de sus juegos de fuerzas (obstáculos y medios de acción) son esenciales para

poner en evidencia los diferentes juegos de estrategias y las cuestiones-claves para el futuro que cada actor tiene (resultados y consecuencias de la batalla previsibles).
El análisis del juego de actores se realiza por el método MACTOR, pero este se desarrolla provechosamente cuando nos apoyamos en las informaciones que nos brindan las encuestas que se realizan a los expertos cualificados en el tema o grupo de actores concernidos, pues estas encuestas nos permiten señalar los principales hechos portadores de futuros y delimitar mejor los retos o campos de batalla y las relaciones de fuerza entre los actores presentes a la hora de la consecución de sus objetivos estratégicos y de sus grados de convergencia / divergencia.
Este método permite:

- Descubrir cuáles son las relaciones de fuerza entre los actores implicados en la evolución de las variables-claves.
- Señalar las motivaciones de cada actor, sus hándicaps, sus proyectos y sus medios de acciones (actuales y potenciales).
- Comprender la estrategia de los actores presentes (alianzas y conflictos).
- Detectar los gérmenes del cambio o por el contrario, las fuerzas de inercia en la estrategia de los actores.
- Enunciar las cuestiones-clave del futuro.
- Analizar las grandes orientaciones posibles de la empresa.

Este análisis contribuirá también a retocar y establecer, definitivamente, el árbol de competencias de la empresa en la actualidad y en el futuro, sobre la base de las opciones estratégicas que se adopten.

Fase 4: Elaboración de los escenarios prospectivos

Durante esta fase se abordará la construcción de los escenarios futuros de la empresa en la perspectiva de un año-horizonte determinado, de modo y manera que durante la quinta fase se pueda abordar la realización de dos tipos de diagnóstico y llegar a precisar las respuestas correctas a las preguntas planteadas. Previamente será necesario contar con un diagnóstico interno, donde el análisis del juego de los principales actores todavía nos resulta un tanto preponderante, pues sus estrategias van a seguir dependiendo de los niveles de sensibilidad que manifiesten las variables dependientes y de los márgenes de actuación que se tengan sobre las principales variables; y un diagnóstico externo, donde aparecen las grandes tendencias, las principales incertidumbres, las posibles rupturas, o sea, los escenarios de entorno más probables.
A pesar de todos los cuidados y prevenciones que se tienen en estos procesos, resulta conveniente reducir la incertidumbre que pesa sobre los juegos de hipótesis fundamentales. Para ello se emplea el método SMIC.

Método SMIC

El método permite evaluar las probabilidades de un conjunto de eventos que se suceden unos a otros y cuenta con la ventaja de integrar las múltiples interrelaciones existentes entre los diferentes eventos que se producen dentro de un sistema.
El SMIC permite, a través de las probabilidades adjudicadas a las hipótesis, obtener una jerarquía de 2N imágenes posibles, clasificados por probabilidades decrecientes y concretar la imagen correspondiente al escenario más probable, así como las imágenes finales de los escenarios contrastados.

- **Fase 5: Elección de las opciones estratégicas**

En esta última fase es posible desarrollar la estrategia prospectiva, tanto en lo que se refiere a la preactividad que se anticipa a los acontecimientos, como a la proactividad que persigue preparar, cuando se puede, las características del terreno y de los campos de batalla que mejor se ajusten a las condiciones de juego de las empresas.

Durante esta fase se consideran tres momentos:

- Diagnósticos internos y externos.
- Posicionamiento estratégico
- Opciones estratégicas, que a su vez engloban:
    - Metas u objetivos generales.
    - Objetivos, medios y condiciones.
    - Acciones básicas.
    - Acciones secundarias.

El diagnóstico interno permite identificar las fuerzas y debilidades de la empresa y el diagnóstico externo permite analizar y estimar, básicamente, la evolución que las variables-claves van a tener en el entorno exterior a la empresa.

El posicionamiento estratégico es, a partir de la información que nos proporcionan los diagnósticos internos y externos en relación con la empresa, la dirección y el sentido por el que debe comenzar a caminar la empresa. El mismo se encuentra muy condicionado por la situación original en la que se encuentra el sistema y muchas veces queda limitado por las amenazas y oportunidades del medio y el largo plazo y las fuerzas y debilidades del presente y corto plazo.

Cuando se van a elegir las opciones estratégicas, se debe asumir como regla de decisión que lo importante no son los objetivos, por prioritarios que estos sean, sino la capacidad de respuesta a las variaciones de entorno.

El método que en otras ocasiones se ha utilizado, que son los árboles de pertinencia, ha permitido una mayor coherencia en los resultados, ya que ha podido plasmar claramente las diferencias entre los objetivos y metas que se persiguen y el desarrollo inercial al que la empresa va abocada caso de no actuar.

Resultados y Discusión

A continuación se resumen algunas experiencias en la aplicación de herramientas prospectivas en la formulación de estrategias.

- **Empresa ASTISUR, Cienfuegos, Cuba**

Esta es una organización de astilleros que presta servicios de reparación a embarcaciones de mediano porte. Se aplica la prospectiva con el fin de formular una estrategia de mercado que le permitiera identificar nuevos productos y servicios a mediano y largo plazo. El estudio realizado durante el año 2005 (Castillo, A. L y Brito, L., 2005) sustentó el desarrollo de una carpeta de servicios de reparación media y capital a embarcaciones asentadas en el área del Caribe por la ventajosa relación calidad-precio muy atractiva para este mercado. Esta investigación nos enseñó que la prospectiva se adecua más a fenómenos sistémicos que a empresas. Permitió además demostrar que el fenómeno del bloqueo económico norteamericano más que una variable constituye un actor en contraposición con estudios

similares realizados por el Centro de Investigaciones de la Economía Cubana de la Universidad de La Habana (CIEC)7 (García y Somoza, 2003).

- **Sede Universitaria Municipal Palmira, Universidad de Cienfuegos, Cuba**

El objetivo de este estudio fue formular una estrategia para el funcionamiento de la SUM Palmira como elemento fundamental del Consejo Universitario Municipal El mismo se realizó en el año 2005 (Castillo, A. L y González, J.C., 2006) y el escenario probable identificado sorprendió en ese momento al grupo de expertos por contraponerse absolutamente al escenario deseado. Las hipótesis formuladas fueron:

H1 – Mejora la calidad de los servicios universitarios a partir de un mejor desempeño de los profesores
H2 - Se cumplen los programas de estudio con un uso eficiente de los recursos.
H3 – Mejora progresivamente la calidad de los estudiantes con relación al diagnóstico inicial.
H4 – Se satisfacen las expectativas de estudiantes y profesores con el mejoramiento de la infraestructura.
H5 – Se estrechan las relaciones UCf – SUM, sistematizando el trabajo a todos los niveles.

El resultado del SMIC mostró una probabilidad de 53,4% de que no se cumpliera ninguna de las hipótesis formuladas, lo cual era inconcebible en aquellos momentos, 7 años más tarde un análisis preliminar de la situación del municipio Palmira muestra que la población en edad y condiciones de comenzar estudios universitarios es tan reducida que no justifica económicamente la existencia de una sede municipal.

Este estudio también mostró la utilidad del enfoque prospectivo para el análisis de sistemas abiertos, multivariados y complejos, la eficacia de seleccionar cuidadosamente los expertos que participen y la necesidad de definir claramente el significado de cada variable, de manera que para todos cada una represente aproximadamente lo mismo.

- **Prevención de los delitos vinculados a la droga en la provincia de Cienfuegos**

Esta investigación fue simultánea con las anteriormente referidas y comenzó con el intento de aplicar un análisis estratégico tradicional en la Dirección Provincial Antidrogas del Ministerio del Interior de Cienfuegos, a fin de formular estrategias de preparación de las fuerzas de enfrentamiento a los delitos relacionados con drogas (Castillo, A.L y Delgado, E., 2006). La imposibilidad de delimitar las diferencias entre fortalezas - oportunidades y amenazas - debilidades causó que se pasara a un análisis de relaciones Actores – Objetivos a fin de comprender mejor el fenómeno.

Como aplicación de las herramientas de la prospectiva fue ésta un caso especial. Aquí la identificación de variables es muy poco compleja, se limita a la ocurrencia o no de todos los delitos de la familia de las drogas, sus causas y condiciones. Esta característica del fenómeno objeto de estudio facilitó la construcción de escenarios. La complejidad de la investigación radicó en la definición del alcance del análisis ante la pregunta de ¿quiénes somos responsables de la comisión de delitos vinculados a la droga?

En las sesiones de trabajo en grupo pudo concluirse que -usando un enfoque de procesos- el enfrentamiento tendría las tres fases propias de todo proceso policial: detección, prevención y corte con dos fases previas de prevención – detección que corresponderían a los actores que constituyen caldo de cultivo para la prevalencia de este tipo de delitos, a saber: profesores, personal de la salud, personal de transporte público y de carga, trabajadores forestales, guardabosques… Fue así como el análisis prospectivo se concentró en la aplicación del paquete MACTOR.

[7] Para mayor detalle ver García y Somoza (2003): "Escenarios macroeconómicos del Desarrollo Energético" donde se detalla la evolución reciente de la economía nacional que muestra una tasa de crecimiento entre 1997 y el 2000 de casi un 6%.

Como resultado de esta investigación se implementó una estrategia de preparación de personas de los grupos de riesgo antes mencionados, se elaboraron las matrices de riesgos en todos los procesos vulnerables identificados y se tomaron las medidas preventivas correspondientes.

- **Plan de desarrollo de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A (ETECSA) División Territorial Sancti Spíritus, Cuba**

Esta investigación se realizó en los años 2007 – 08 por la necesidad de reformulación estratégica de ETECSA en la provincia de Sancti Spíritus por rediseños estructurales en el país (Castillo, A.L, León Lafuente, L. de y González Sánchez, L-, 2008). El estudio permitió argumentar la propuesta de concentración de los servicios de operadora para toda la región central de Cuba en la planta de la ciudad de Sancti Spíritus a partir del análisis del comportamiento de las variables vinculadas al capital humano, a la tecnología disponible y a la facturación por tráfico.

ETECSA, Empresa en aquel momento con capital compartido, es una organización muy abierta, donde la infraestructura tecnológica influye fuertemente en el nivel y la calidad de los servicios tanto nacionales como al extranjero. De ahí que las variables emanadas de los objetivos del actor Bloqueo de EEUU, identificado como tal por consenso del equipo de trabajo, tengan un peso muy alto en la conformación de los escenarios.

El escenario probable definido en el estudio comenzó a confirmarse a partir del año 2010 y la cantidad de variables identificadas motivó considerar la definición de macrovariables para estudios posteriores.

- **Plan de marketing de COPEXTEL Cienfuegos, Cuba**

COPEXTEL, S.A ofrece soluciones tecnológicas integrales de alto nivel, que agrupen en un solo paquete "llave en mano" los productos y servicios de todas sus divisiones, priorizando los provenientes de la industria electrónica nacional. Con posibilidad para asimilar paquetes de suministros tecnológicos completos, COPEXTEL, S.A., da respuesta a la integración de proyectos, potenciando las capacidades de negocios y de ingeniería de sus Divisiones Comerciales y dieciséis Divisiones Territoriales para entregar obras terminadas bajo la modalidad "llave en mano". Esta modalidad incluye soluciones de ingeniería, montaje, puesta en marcha y garantías de funcionamiento, incluso soluciones de garantía posventa, en dependencia de las necesidades del cliente.

La División Territorial de Cienfuegos opera en el mercado desde 1993 con el objetivo de comercializar servicios y productos de alta tecnología y ha mantenido una tasa de crecimiento anual de alrededor del 6 % durante los últimos años.

Para el desempeño de sus funciones COPEXTEL, S. A., cuenta con un equipo joven de alta calificación donde el 80% es profesional y técnico especializado, lo cual constituye el activo intelectual más importante de la compañía, además de su capacidad técnica de gestión.

COPEXTEL, S.A. cuenta con una cultura organizacional muy positiva hacia las tecnologías de la información, con una alta capacidad de adaptación al entorno y un gran prestigio profesional. El liderazgo en el mercado en líneas de negocio determinadas, pueden apoyar la introducción de otras líneas menos conocidas.

A partir del año 2000, COPEXTEL S.A se convirtió en importante suministrador y ejecutor de los programas inversionistas y ello cambió notablemente su desempeño en el mercado. Esta situación motivó un cambio en la estrategia con los siguientes fundamentos:

- Crear y mantener los productos,
- Producir productos complementarios,

- Mejorar la tecnología y
- Minimizar costos

Estos fundamentos estratégicos –que parecen ser los convencionales para cualquier organización- eran muy difíciles de lograr para una organización que se sometía a rigurosas regulaciones centralizadoras por lo que se decide realizar un ejercicio prospectivo con su Consejo de Dirección que abordara exclusivamente el aspecto de mercado.
Se asumieron como variables para el análisis estructural (Castillo, A.L, Alonso García, Y y Borrell Domínguez, A., 2011) las mismas que se consideran en su objeto social, se realizó el análisis de juego de actores con los mismos identificados en el análisis del microentorno y se formularon las hipótesis emanadas de estos análisis.
En este caso de estudio resultó interesante que los dos escenarios más probables eran casi contrastados, como se muestra:
Escenario 32 (P= 0,141):
No se logra mantener el cumplimiento de la estrategia corporativa. Baja la calidad percibida de los servicios internos y externos. Cambia la estructura del mercado sin conocimiento corporativo profundo de su comportamiento. No se identifican con tiempo los clientes potenciales. El movimiento de una parte significativa de la fuerza de trabajo especializada provoca un debilitamiento notable de la cultura de aseguramiento de la calidad.
Este escenario muy pesimista, que implica que todas las apuestas fueran nulas, se contrapone al segundo en probabilidades.
Escenario 05 (P=0,124):
Se cumple la estrategia corporativa. Se mantiene la calidad percibida en todos los servicios internos y externos de la empresa. La disminución del personal especializado no afecta la cultura de aseguramiento de la calidad. No se realizan estudios de mercados profundos, pero se logra con suficiente tiempo el conocimiento de los clientes potenciales.
Los resultados fueron profundamente analizados por el equipo de expertos de la organización que participó en el ejercicio prospectivo y se efectuaron los ajustes tácticos para cumplir el plan estratégico. Cuatro años después, COPEXTEL S.A mantiene su desempeño oscilando en el intervalo que definen los escenarios formulados.

- **Situación operativa de la Provincia de Cienfuegos, Cuba 2011-15**

El análisis de información criminal surgió en los Estados Unidos. En los años 60, la delincuencia organizada se convirtió en un auténtico peligro para la sociedad. En el informe del Presidente de la Comisión sobre la Delincuencia dedicado al Grupo Especial contra la Delincuencia Organizada se describía este nuevo fenómeno, y en las conclusiones se declaraba que las medidas aplicadas por las fuerzas del orden carecían de efecto contra la delincuencia organizada. A raíz de este informe se pusieron en marcha numerosos programas de información estratégica, que sentaron las bases de la formación en determinadas técnicas de análisis de información criminal.
En 1994, el Comité Europeo de Interpol (CEI) recomendó que se creara un Grupo de Trabajo sobre Análisis de Información Criminal con el cometido de emprender un estudio sobre la aplicación del análisis de información criminal en Europa.

A partir de 1999 comenzaron a recibirse en Cuba los primeros ecos de la aplicación internacional del Análisis de Inteligencia Criminal, cuya implantación en el Ministerio del Interior parte del perfeccionamiento de la organización, informatización y modernización de

los sistemas de trabajo. El 4 de Febrero del 2005 se crea la especialidad de Acción Integral en Cuba. En Cienfuegos, esta especialidad se introduce a través del Grupo de Acción Integral (GAI) creado el 5 de Diciembre de 2005. De esta manera se contribuye a fomentar una praxis del trabajo especializado informativo-analítico, basado en el empleo más eficiente del análisis operativo con apoyo de las nuevas tecnologías.

Considerando la presunta complejidad que el fomento del Polo Petroquímico le confiere a la situación operativa8 de Cienfuegos una gran complejidad, por lo que es preciso elaborar un pronóstico 2011 – 15 que se base en herramientas con soportes científicos probados que permitan tener en cuenta en igualdad de condiciones el mayor número de variables que influyen en ellas. (Castillo, A.L y Sánchez Perera, J., 2011)

El ejercicio estratégico tomó 3 años por la magnitud del fenómeno a estudiar. Se realizó preliminarmente un entrenamiento a los expertos que participaron en el estudio y se trabajó por el término de un año en la identificación y operacionalización de 78 variables que fue preciso agrupar en 4 grupos de macrovariables:

- Económicas,
- Socio-demográficas,
- Socio-laborales,
- Tecnológicas,
- Ambientales,
- Vinculadas a la seguridad y el orden interior y
- Vinculadas a la comisión de delitos.

La utilidad del ejercicio estratégico realizado radica en el desarrollo de un método que permita a Acción Integral definir las temáticas de los estudios estratégicos a realizar, en consonancia con la Situación Operativa del territorio. Los resultados se corresponden con las expectativas, demostrando la utilidad de las técnicas prospectivas para identificar las variables claves y los actores sobre los cuales dirigir los análisis de Inteligencia Criminal.

Los coordinadores de la cooperación multilineal en el MININT (GAI) precisan -en su proceso de crecimiento- de la gestión del conocimiento, servida de la prospectiva, como base metodológica del análisis operativo y estratégico para la toma de decisiones. La investigación propuesta puede ser aplicable en cualquier provincia del país, pues permite la creación de escenarios futuros cumpliendo la doble función de diseñar escenarios de la posible situación operativa del radio de acción del MININT, y de ser medios de aprendizaje organizacional para el análisis y definición grupal de las variables, los actores y su comportamiento deseado y probable.

Los resultados de esta investigación tributan al perfeccionamiento de los sistemas de trabajo de los Grupos de Acción Integral (GAI). La aplicación de los métodos prospectivos – en el ámbito del MININT- está dirigida a obtener referencias e imágenes fundamentadas acerca del futuro, de forma que posibiliten tomar decisiones de forma coherente, informada y consecuente reivindicando la proactividad como eje fundamental de su gestión organizacional.

Asimismo esto ha propiciado de forma progresiva y escalonada el desarrollo de una cultura de trabajo de Inteligencia Criminal que posibilita un enfrentamiento cualitativamente superior a las actividades enemigas y delictivas, mediante el tratamiento y análisis integrado de las informaciones contenidas en las bases de datos y sistemas automatizados -de la institución

[8] Situación operativa es equivalente a comportamiento del entorno inmediato en términos de administración.

y externos- y en otras fuentes, así como el fortalecimiento de la coordinación y cooperación entre los órganos responsabilizados con estas misiones.

En esta investigación se han identificado las variables claves que demuestran que el fomento del Polo Industrial en la provincia constituye un elemento estimulador de la actividad económica-social del territorio, que a su vez activa positivamente a los recursos laborales en la región, y establece un reto para las instituciones estatales y de gobierno de importancia vital para el país.

Todo esto le ha conferido al Polo Industrial el carácter de turbulencia de gran peso en la Situación Operativa que enfrenta el MININT, pues su presencia acarrea también una variación importante en los parámetros de comportamiento del delito con un presumible aumento de los delitos económicos y contra el patrimonio, así como la agresión a la Seguridad del Estado mediante la subversión y otras manifestaciones delictivas.

- **Proyección estratégica de la Provincia de Cienfuegos, Cuba 2012-16**

La economía cubana está urgida de un cambio estructural definido preliminarmente en el VI Congreso del Partido en abril de 2011. Los Lineamientos Económicos y Sociales emanados de ese magno evento se constituyen en plan estratégico de alcance nacional y los gobiernos locales (provinciales y municipales) deben ir ganando una posición más decisoria en la toma de decisiones referidas al desarrollo local. (Castillo, A.L, González Hernández, G. y González Quintana, R., 2012)

El Consejo de la Administración Provincial de Cienfuegos decidió efectuar un ejercicio estratégico para lo que se eligió el enfoque prospectivo en el que participaron 32 expertos de la provincia que trabajaron según el siguiente cronograma:

- Etapa Preparatoria
- Elaboración del proyecto
- Presentación del proyecto
- Seminario Taller
- Preparación para la ejecución
- Creación de Grupo de Trabajo Provincial (GTP)
- Elaboración de Instrucción de la Planeación para el Poder Popular Provincial (PPP)
- Diagnóstico
- Seminario a GTP
- Solicitud de información
- Compilación de datos
- Elaboración de informe de diagnóstico
- Diseño de escenarios y Estrategia Maestra (EM)
- Sesiones de trabajo del GTP
- Elaboración de escenario y EM

- Presentación de escenarios y EM a dirección de APPP y CAP
- Análisis de escenarios y EM
- Publicación de resultados
- Planificación en entidades subordinadas
- Declaración de equipo de planificación de las entidades (EPE)
- Definición de fechas (Directores)
- Compatibilización de fechas
- Entrenamiento a equipo de trabajo de entidades (ETE)
- Definición de Objetivos, Variables de Acción (VA) y Responsables por entidades
- Elaboración de Planes de Acción para las VA aprobadas
- Identificación de Indicadores (Eficacia, Eficiencia, Seguimiento)
- Integración
- Discusión de planes con el CAP
- Realización de ajustes
- Aprobación de Planes
- Sistema de Información
- Diseño de Sistema de Control e Información (SCI)
- Análisis y aprobación del SCI
- Plan de Implementación del SCI

Los expertos listaron en rondas sucesivas un total de 71 variables de las que se eligieron 60 para ser analizadas en una matriz de impactos cruzados.
El número de variables, actores y la posición de estos con relación a sus objetivos propios y los comunes al sistema territorial objeto de análisis motivaron una nueva idea de investigación referida a validar un nuevo orden de análisis prospectivo que comenzaría por los objetivos comunes a todos los actores implicados en el análisis, los propios del sistema y los riesgos en que se incurre para lograr esos objetivos. Este cambio en el orden del análisis prospectivo está pendiente de ser validado.

- **Medición de la coherencia y cohesión en el Consejo de Dirección de SEPSA, Cienfuegos**

En el contexto cubano actual la ausencia de seguimiento periódico y mejoramiento del proceso estratégico, es un mal extendido. La operatividad y la falta de coherencia en los equipos de dirección, marcada por una entronizada práctica que impone la funcionalidad por sobre la cohesión organizacional, hace que la mayoría de los directivos vean la estrategia a

través de sus funciones y no, en contrario, pongan sus funciones al servicio de las estrategias.

La “coherencia y cohesión” de un equipo directivo es la convergencia de objetivos de este equipo en el sentido más amplio de la palabra. (Pech, 2002) Tal como lo entiende la Escuela de Altos Estudios Comerciales (HEC), de Francia, donde Pech presentó su tesis doctoral estos términos se definen como:

Coherencia de un equipo directivo es su capacidad colectiva a diferenciar los campos de acción de sus miembros y a integrarlos en un conjunto que respeta y mantiene su diversidad y su especificidad y los orienta en la misma dirección. Por tanto, un equipo coherente es aquel que tiene éxito en dividir el trabajo común entre todos sus miembros, de manera que cada uno de ellos pueda comportarse como un individuo autónomo y responsable de sus actos y resultados, y en asociarlos en un conjunto agregado que se vuelve pluricelular. (Fiol, M y Jordan H., 2004)

Cohesión de un equipo directivo es su capacidad a funcionar como un solo cuerpo, una sola voz, es decir un todo unitario, solidario, compacto y homogéneo, en el cual cada miembro se identifica a todo el equipo y el equipo se identifica a cada uno de sus miembros. Un equipo cohesivo actúa como un actor único, resultado de una fusión que integra las diferencias y acentúa las semejanzas de ideas y valores. (Fiol, M y Jordan H., 2004)

De forma resumida se puede expresar que la cohesión de un equipo directivo estriba en su capacidad para formar una comunidad solidaria en ideales, valores y emociones, y la coherencia es la capacidad de diferenciar responsabilidades, decisiones y acciones, e integrarlas en el sentido de los objetivos globales de la organización. La primera está relacionada con los principio socio-políticos de la administración y la segunda en los técnico organizativos.

Sin embargo, estas cualidades no pueden ser vistas de forma independiente, existe una relación dialéctica entre ellas: si no existe un mínimo de cohesión no se logrará coherencia y, a su vez, la ausencia de esta afecta la cohesión. Por tanto para lograr éxito en una organización es necesario fomentar la cohesión entre sus miembros para lograr que las diferencias organizacionales sean comprendidas e aceptadas y por tanto se logre la diferenciación e integración adecuada: coherencia.

Las causas más comunes de falta de coherencia en las organizaciones están en: incompatibilidades emocionales entre los miembros del equipo de dirección, la falta de un enfoque constructivista y la negación de las contradicciones inherentes a las situaciones de gestión.

La participación consciente en la elaboración y ajuste de las políticas de trabajo de la organización, a través del desarrollo de la estrategia, manifiesta la voluntad de los directivos de reforzar la convergencia de objetivos para mejorar la cohesión de este equipo a través de un proceso dialéctico.

Para el análisis de la coherencia y cohesión se utilizó la experiencia del ejercicio estratégico por métodos convencionales del equipo directivo de SEPSA Cienfuegos. Se utilizó el Método MACTOR (Matriz de Alianzas, Conflictos, Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), (Godet, M. Foundations pour les Études de la Défense Nationale, France, 1990) que permite conocer la coherencia entre los objetivos y los responsables de su cumplimiento, y entre estos últimos.

Como Actores, a los efectos del método, se consideraron los Responsables de las VA. Como Objetivos, se consideraron las Variables de Acción.

Con esta información, se elaboraron las dos matrices básicas requeridas por el método: la Matriz de Influencia Directa (MID), que describe las influencias directas entre actores, y la Matriz de posiciones valoradas Actores x Objetivos (2MAO) que describe, para cada actor, a la vez, su posición sobre cada uno de los objetivos (favorable, opuesto, neutral o indiferente) y su jerarquía de objetivos.
Para la elaboración de estas matrices se utiliza el criterio directo de cada uno de los participantes.
De la observación directa de los valores en la matriz 2MAO se puede observar, que no existe oposición por parte de ningún actor en cuanto a las VA relacionadas.
Un análisis más detallado permite comprobar que:

- Solo se muestra indiferencia en el 17% de los casos
- Descontando las 15 votaciones de 4 (14%), que se corresponden con la asignación de las VA a los responsables, el 70% de las votaciones mostraron algún nivel de interés en las VA (15% con 3, 19 % con 2 y 34% con 1)
- El valor interés promedio por el total de objetivos fue de 1,8,

A partir de las matrices básicas (MID y 2MAO), el programa calculó la Matriz de Convergencias de Objetivos entre actores o convergencias simples Actores x Actores (1CAA). Esta matriz identifica para cada pareja de actores la cantidad de objetivos sobre los cuales tienen la misma posición (favorable u opuesta) es decir, su convergencia.
Como se pudo verificar, para cada actor se obtuvieron valores de convergencia por encima del 60%. Se destaca que los actores que mayor apoyo reciben son el Subgerente Comercial y el Gerente Territorial. Analizado las responsabilidades asignadas a estos actores en la Matriz OVAR, se aprecia que las VA respaldadas son:

- Expandirse al sector del petróleo haciendo un mejor aprovechamiento del Objeto Social aprobado
- Diseñar Sistema de Comunicación con Clientes
- Capacitar a los proyectistas en nuevas tecnologías
- Establecer alianzas con centros académicos y científicos
- Estimular la innovación tecnológica

Esto evidencia coherencia con las bases de la estrategia, que plantean aprovechar las fortalezas:

- Posibilidad de brindar servicios integrales
- Elevada preparación del personal

En función de las oportunidades:

- Desarrollo de la informática y las comunicaciones
- Desarrollo de la industria, el servicio y la inversión extranjera

A continuación se evaluó la posibilidad de establecer alianzas para conseguir los objetivos. Para ello se obtuvo la Matriz de Posiciones Simples (1MAO), que describe la posición de cada actor con relación a un objetivo dado (1 a favor, 0 neutral, -1 en contra).
Al analizar la matriz, de inmediato se aprecia que no existe desacuerdo de ningún actor con ninguno de los objetivos. Por el contrario, en seis casos (40%) existe acuerdo total, y en el 80% de los casos entre cinco y seis actores están a favor del objetivo evaluado. Solo en tres casos (20%), hay tres actores con una posición neutral respecto al objetivo.

Conclusiones

- Como parte del proceso de actualización del modelo económico cubano se impone la necesidad de formular y desplegar estrategias estrictamente planificadas. Con ello gana importancia la aplicación de herramientas y técnicas de la prospectiva que se adecuan a las condiciones de este profundo proceso de cambio que se desarrolla.
- Los procesos de análisis estratégico en las organizaciones cubanas precisan de una contextualización con relación a lo convencionalmente aceptado a partir de los elementos del entorno definidos por Porter. El enfoque prospectivo ofrece una alternativa para la formulación estratégica donde las fases de reflexión – análisis se entremezclan y confieren mayor riqueza y profundidad a los resultados.
- Los ejercicios prospectivos son necesariamente grupales y precisan de la participación de personal motivado, informado y con poder de decisión que le confieran al estudio seriedad y validez científica. La identificación correcta de las variables es determinante y la aplicación de métodos estadísticos para estudiar su comportamiento es altamente recomendable.
- Los resultados de la aplicación de los diferentes softwares son solamente el punto de partida del análisis de los miembros del grupo de trabajo pues precisan de una valoración cualitativa profunda y colegiada.
- Las herramientas de la prospectiva tienen múltiples aplicaciones adicionales a la formulación estratégica para las que fueron concebidas como pueden ser las relaciones entre actores en proyectos y programas de desarrollo local o estudios de comportamiento de estructuras de dirección. Es preciso señalar, sin embargo, que los resultados obtenidos serían solamente una guía en análisis cualitativos grupales para la toma de decisiones.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la amable colaboración de las organizaciones y personas que a continuación se refieren:

- MSc. Lázaro Brito Dorticós (Empresa ASTISUR, Cienfuegos)
- MSc. Juan Carlos González Reyes (Sede Universitaria Municipal Palmira, Universidad de Cienfuegos)
- MSc. TC. Evelio Teótimo Delgado Hernández (Prevención de los delitos vinculados a la droga en la provincia de Cienfuegos)
- MSc. Luis Rolando González Sánchez, MSc. Lourdes de León Lafuente, Dr. Francisco Becerra (ETECSA, Sancti Spíritus)
- MSc. Damarys Hernández Castillo y MSc. TC. Julián Sánchez Perera (Ministerio del Interior, Cienfuegos, Situación Operativa)
- MSc. Gilberto González Hernández y MSc. Raúl González Quintana (Poder Popular Provincial, Cienfuegos)
- MSc. Gilberto González Hernández (medición de coherencia y cohesión en SEPSA, Cienfuegos)

Referencias

Fiol, M y Jordan H. (2004). *El enfoque OVAR. Mejorar la coherencia y la cohesión de un equipo directivo.* . Paris: HEC.

Ambrosio, E. (1997). Prospectiva y estrategia. Reflexión para la acción. Teoría y práctica para la construcción de escenarios. *Memorias del Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*, 182.

Arrechavaleta, N y Alpízar Fernández, R. (2005). *Modelo de gestión para la formación y desarrollo de los directivos académicos en la Universidad de Cienfuegos.* Universidad de La Habana. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Berger, G. (22 de 05 de 2013). *Teoría y compromiso.* Recuperado el 22 de 05 de 2013, de Cienciavanguardia: http://www.cienciavanguardia.es

Castiillo, A. L y González Suárez, E. (1998). *Enfoque Prospectivo para el Diseño de Estrategias Logisticas.* Universidad Central de Las Villas.

Castillo, A. L y Brito, L. (2005). *Análisis prospectivos estratégico del sistema de comercialización de una empresa: Caso ASTISUR.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A. L y González, J.C. (2006). *Reflexión prospectiva de la Sede universitaria Municipal de Palmira.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A.L y Delgado, E. (2006). *Enfoque prospectivo y de proceso para el enfrentamiento a la actividad ilícita de drogas.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A.L y Sánchez Perera, J. (2011). *Proyección prospectiva de la situación operativa de la provincia de Cienfuegos hasta el 2015.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A.L, Alonso García, Y y Borrell Domínguez, A. (2011). *Plan de marketing con enfoque prospectivo para Copextel, S.A, Cienfuegos.* Carrera de Ingeniería Industrial. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A.L, González Hernández, G. y González Quintana, R. (2012). *Recomendaciones para el cumplimiento de la Indicación No. 1 del CM para la planeación en el territorio.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Castillo, A.L, León Lafuente, L. de y González Sánchez, L-. (2008). *Procedimiento para la dirección estratégica con enfoque prospectivo en la dirección territorial ETECSA en Sancti Spiritus.* Programa de Maestría en Dirección. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Fernández Font, M. (1996). Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión empresarial. En /s.a/, *Prospectiva tecnológica, Gestión Tecnológica y competitividad.* (pág. 224). La Habana: Academia.

Fernández Font, M. (1999). *Repensar el futuro.* La Habana: GEST.

Freeman, C. (1978). *Futuro del mundo:gran debate.* Londres: MRP.

García y Somoza. (sd de sm de 2003). Escenarios macroeconómicos del Desarrollo Energético. La Habana, Cuba.

Godet, M. (22 de 05 de 2013). *Prospectiva.* Recuperado el 22 de 05 de 2013, de http://www.prospectiva.com

Godet, M. Foundations pour les Études de la Défense Nationale, France. (1990). MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones) . *Stratégique* , 22.

INIE. (22 de 05 de 2013). *Multipol.* Recuperado el 22 de 05 de 2013, de Biblioteca Virtual UCF: http://www.ucf.edu.cu

Jantsch, E. (1967). *La previsión tecnológica.* París: OECD.

Jeffery, W y Bentley, I. (1993). La experiencia es la madre de las ciencias. *Ceres*, 26-42.

Morales, M. y. (1999). Enfoques de interpretación de la ciencia y la tecnología: las tradiciones de estudio. En *Tecnología y sociedad* (págs. 63 - 76). La Habana: GEST.

Núñez Jover, J. (1999). Ciencia y tecnología como proceso social. En *Tecnología y Sociedad* (págs. 61 - 69). La Habana: GEST.

Pech, J. (2002). *Coherencia y Cohesión del equipo directivo en la pequeña y mediana empresa. El caso de los hoteles familiares en Yucatán.* . París: Grupo H.E.C. .

Serra, J. (03 de 03 de 2002). *Imaginar el mañana.* Recuperado el 22 de 05 de 2013, de CienciaVanguardia: http://www.ciencia.vanguardia,es/ciencia/portada/p.373.html

LA GESTIÓN ENERGÉTICA DESDE SU PLANIFICACIÓN, SEGÚN LA ISO 50001:2011

J. Correa-Soto[1], R. González- Álvarez[2], M. Curbelo- Martínez[3] and A. Díaz Rodríguez[4]

[1]Universidad de Cienfuegos (UCF), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento de Ingeniería Industrial, Carretera a 4 Caminos, kilometro 4½, Cienfuegos, Cuba – jcorrea@ucf.edu.cu; [2] Universidad de Cienfuegos (UCF) – rgonzalez@ucf.edu.cu;[3]Universidad de Cienfuegos (UCF) – mcmatinez@ucf.edu.cu, [4]Universidad de Cienfuegos (UCF) – amdiaz@ucf.edu.cu

***Área de participación**: Mejora de procesos, Sistema de Gestión de la Calidad y Energía*

Resumen – El diseño y aplicación del procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011 para el sector empresarial, parte de la necesidad de una metodología en correspondencia con la norma. La implantación de las etapas de planificación energética contribuye a la reducción de los consumos energéticos a través de la planeación, para así dar cumplimiento a la política energética del país y la disminución de emisiones contaminantes al medio ambiente. El procedimiento diseñado se aplicó en el periodo 2013-2014 en doce organismos en el territorio de la provincia Cienfuegos, Cuba, pertenecientes a siete ministerios.

Se utilizaron herramientas y técnicas de gestión de la calidad para determinar la estructura de consumo energético y las áreas de consumo significativo. Se proponen oportunidades para la mejora y se comparan indicadores de desempeño energético (línea de base y meta energética); finalizando la investigación con la propuesta de planes de mejora, pudiéndose observar ahorros significativos para las organizaciones.

En los procesos analizados constituyó un papel relevante los aspectos relacionados con el aseguramiento metrológico, el sistema internacional de unidades, la incertidumbre y gestión de las mediciones, así como la calibración y reparación de instrumentos de medición, evidenciándose la importancia de una apropiada obtención y procesamiento de datos de uso y consumo de portadores energéticos, a partir de un adecuado proceso de medición donde influyen los operadores, la variación dentro de la muestra y los equipos de medición, donde este último tiene como componentes la calibración, estabilidad, repetibilidad y la linealidad.

Introducción

El sistema de gestión energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicado a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía [1].

La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas de gestión, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y con la mayor efectividad [2].

El consumo de energía en los últimos años ha sido un fenómeno creciente a nivel mundial. Los problemas energéticos actuales se deben principalmente a los efectos que causan sobre el medio ambiente los diferentes tipos de energía que se utilizan. Las desventajas

fundamentales de la explotación de combustibles fósiles y su impacto negativo al medio ambiente han suscitado un creciente interés en estos temas a escala mundial [1].

De ahí que a partir del año 2005, países líderes en la gestión de la energía, tales como Dinamarca, Noruega, España, Estados Unidos y China, instituyeran guías y normas para la gestión energética [3], las cuales contribuyeron a que en el año 2011 se aprobara por la Organización Internacional de Normalización, la norma internacional ISO 50001: 2011 "*Energy Management Systems - Requirements with guidance for use*.", la cual posee una alineación con las normas ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 y la ISO 22000: 2005 [4].

La norma trae implícita la planificación de la energía, la cual permite contar con un plan minuciosamente diseñado que sirve de guía durante un período de tiempo determinado. Es una herramienta muy útil para cualquier organización que decida mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan correctamente elaborado [4]. Cuba como miembro de esta organización adoptó en el año 2012 la Norma Nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2011.

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGEE) [1-5], y el procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles [6]. Ambos respetan el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar, con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodologías; sin embargo la TGEE ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50001: 2011 [7].

Fundamento Teórico

El procedimiento propuesto para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía consta de cuatro etapas y se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE 216301: 2007. Sistema de Gestión Energética. (derogada actualmente)
- DIN EN 16001. Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations. (derogada actualmente)
- ANSI/MSE 2000: 2008. Management System for Energy.
- ISO 9001: 2008. Gestión de la calidad.

En la Figura No.1 se muestra las etapas del procedimiento y sus resultados esperados, de igual forma en la Figura No. 2 se exponen las herramientas utilizadas en cada etapa.

Figura No.1: Procedimiento y resultados esperados para la planificación energética.
Fuente: Elaboración propia

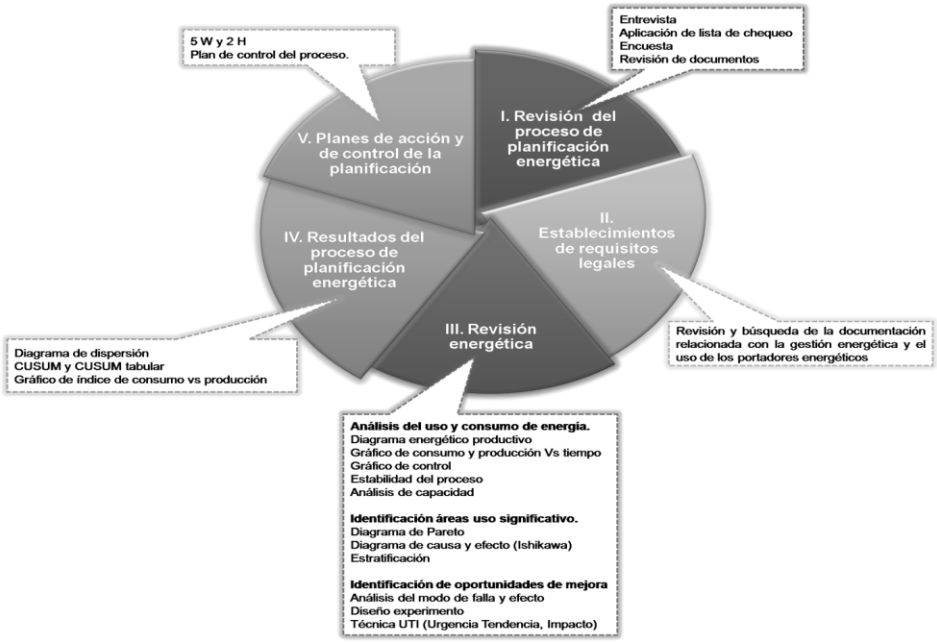


Figura No.2: Procedimiento y herramientas para la planificación energética.
Fuente: Elaboración propia

Resultados y Discusión

El procedimiento para la planificación energética se aplicó en doce (12) organizaciones de siete (7) Ministerios y Grupos Empresariales en la provincia de Cienfuegos, Cuba. En este trabajo se mostrarán los resultados de mayor relevancia, los que manifiestan la influencia de los sistemas de medición en la gestión eficiente de la energía, tanto en la producción como en la utilización de transporte automotor.

Ministerio de la Alimenticia

- Embotelladora Ciego Montero

Forma parte de la Empresa Mixta CUBAGUA S.A., entidad asociada por una parte a Caball de Bastos y por otra a CORALSA, y posteriormente entre San Pellegrino, CORALSA, pero en la actualidad se encuentra asociada al Grupo Nestlé. En esta organización se realizó en el 2010 un diagnóstico energético Tipo 2 y en el 2014 se decide evaluar la gestión de la energía en consonancia con la norma internacional ISO 50001 "Gestión de la Energía", dando como resultado:

1. El análisis realizado para la variable índice de consumo (kWh/HL) evidencia que actualmente se cumple con la especificación de 8.90 kWh/HL; sin embargo se identifica un posible deterioro del indicador para el desempeño futuro.
2. Se propone como línea de base energética la siguiente: Consumo de energía eléctrica = 85243,3 +2,9214* Producción, con un coeficiente de correlación de 0,754 y una energía no asociada a la producción de 85243,3 kWh, lo que representa el 51,42%.
3. Se realizan las propuestas de mejora en función de una planificación y ejecución eficiente del mantenimiento y de las buenas prácticas para el uso y consumo de la energía. Se propone además realizar el monitoreo del proceso de gestión de la energía a través del control y análisis diario de la variable índice de consumo y energía no asociada a la producción.

Ministerio de la Construcción

- Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No.37 (ECOA No- 37)

El estudio se efectuó en el periodo 2012-2013. Esta entidad tenía contratos de proyectos de construcción en las obras de desarrollo del puerto del Mariel, ubicado en la región occidental del país, en la provincia Artemisa. Este proyecto comienza en noviembre del 2011, con un parque de 113 equipos automotores directos a la obra y posteriormente ascienden a 146 equipos. Esta generó un gran consumo de los portadores energéticos, (energía eléctrica, diesel, gasolina, aceites lubricante, grasas lubricantes), donde se puedo evidenciar que el portador de mayor consumo era el diesel y representaba un mayor gasto económico, siendo estos en el período noviembre del 2011 a noviembre del 2012, de 2 994 320.00 litros, representando un gasto para la organización de $2 964 376.80. Sin embargo pese a los gastos de consumo del diesel no se había realizado ningún estudio para determinar las oportunidades de mejora de desempeño energético y el impacto negativo que tiene el consumo de este portador en el medio ambiente, producto de su combustión, emitiéndose gases tóxicos a la atmósfera.

Al realizar el análisis a partir de los índices de consumo, se obtienen procesos parcialmente adecuados según las especificaciones del fabricante, pero que requieren un control estricto, por lo que se hizo necesario determinar las causas potenciales que inciden en ellos, estas causas eran: exceso de velocidad de equipo, sobre carga del equipo, poco dominio de los operarios en la realización del trabajo, roturas y averías de los equipos y deficiente operación en el terreno. Se determinaron las líneas bases y metas para el transporte y para el bulldozer, siendo estas:

Líneas bases para el transporte: Consumo = 0.3102 + 0.3787*Km recorridos
Líneas bases para el bulldozer: Consumo = 7.2604 + 49.196*Horas trabajadas
Líneas metas para el transporte: Consumo = 0.1518 + 0.3793*Km
Líneas metas para el bulldozer: Consumo = 2.4732 + 50.076*Horas trabajadas

Además se propuso controlar los procesos a través de los indicadores $IC_{transporte}$ e $IC_{construcción}$.

- Empresa Materiales de la Construcción (Grupo Empresarial de Industrias de la Construcción ,GEICON)

La Empresa Materiales de la Construcción de Cienfuegos, se dedica a la producción y comercialización de materiales de la construcción y acabados, así como brinda servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa. Cuenta con 5 unidades de base y 51 producciones. En ella se han realizado estudios sobre producciones más limpias y la determinación de los costos energéticos en el proceso de producción de arena en la Unidad de Base Arimao.
En esta organización los portadores energéticos de mayor consumo lo representan el diesel, energía eléctrica, fuel oíl y agua, el análisis energético realizado se evidenció un alto por ciento de portadores energéticos no asociados a la producción en las Unidades de Base productivas, están dados por las siguientes causas:

1. Falta de equipos para medir el consumo por áreas.
2. Independizar la energía eléctrica de la fábrica de baldosas (Alimentación de 220 a la fábrica de Mosaico).
3. Falta de bancos capacitores.
4. Falta de metro contadores individuales por centros.
5. Deficiencias en la ejecución de los mantenimientos.

- Unidad de Investigación para la Construcción (UIC)

La Unidad de Investigaciones para la Construcción de Cienfuegos, perteneciente a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA-INVESCONS), subordinada al Ministerio de la Construcción (MICONS), se dedica a brindar servicios de perforación para Investigaciones Ingeniero-Geológicas y de apoyo a la construcción, elaboración de Tareas Técnicas y Programas Ingeniero Geológicos, asesoría y consultoría sobre soluciones geotécnicas en obras de cimentaciones, hidráulicas, viales, industriales sociales y demás tipos, ensayos de laboratorio a suelos y rocas a requerimiento, al control de calidad en obra, la realización de diseños geotécnicos de obras de tierras, trabajos topo-geodésicos aplicados a la construcción y estudios medioambientales.
Se analizaron las instalaciones y el proceso de perforación, obteniéndose los siguientes resultados:

1. Al realizar un análisis a partir de los consumos de energía eléctrica, se obtiene que las variables de salida del proceso son estables pero con baja capacidad de cumplir con especificaciones, la estrategia de mejora propuesta estuvo orientada a mejorar la capacidad del proceso, para ello se determinaron las causas potenciales que incidían en el consumo, siendo estas:
    - roturas y averías de equipos.
    - aumento de ensayos en los laboratorios de materiales y suelo.

2. Se diseñaron indicadores para evaluar el comportamiento del consumo de energía eléctrica, definiéndose como:
   - consumo de energía eléctrica por empleado (kWh/persona).
   - consumo de energía eléctrica por m2 (kWh/m2).
3. Al realizar el análisis a partir de los índices de consumo se obtiene que el proceso es parcialmente adecuado según las especificaciones del plan que presenta cada vehículo analizado, pero que requieren un control estricto, por lo que se hizo necesario determinar las causas potenciales que inciden en ellos, las cuales se relaciona a continuación:
   - poco dominio de los operarios en la realización del trabajo.
   - exceso de velocidad de equipo.
   - inadecuado estado técnico del motor.
   - desaprovechamiento de la capacidad de carga del vehículo.
   - roturas y averías de los vehículos.
   - encendido innecesario del equipo.
   - características del terreno donde se realiza la obra.
4. La revisión energética del parque automotor admitió identificar las principales oportunidades de mejora del desempeño energético, las cuales se relacionaban básicamente con la planificación energética, el estado técnico y los recursos humanos, proponiéndose a partir de ello un conjunto de acciones para mejorar el desempeño energético del proceso clave en relación a su portador fundamental diesel.
5. Se determinaron las líneas bases y metas para el proceso de perforación para los tres vehículos objeto de estudio, estas fueron:

   Consumo de diesel (FSR 117)= 16,949 + 0,0996045*Km recorridos

   Consumo de diesel (FCJ 382)= 11,8324 + 0,223593*Km recorridos

   Consumo de diesel (FCJ 688) = 19,4522 + 0,355104*Km recorridos

   Además se propuso controlar los procesos a través de los indicadores $IC_{Perforación}$.

<u>Ministerio de Industrias</u>

- Empresa Oleohidraúlica Cienfuegos (Grupo de Empresas Metalmecánicas)

Esta empresa se dedica a la producción de elementos y equipos hidráulicos y neumáticos de uso industrial, automotor y agrícola, brinda servicios de ingeniería de proyecto técnico especializado en sistemas hidráulicos y neumáticos, asistencia técnica, mantenimiento, reparación, montaje, puesta en marcha e instalación de elementos y equipos hidráulicos y neumáticos producidos, mantenimiento, reparación montaje y puesta en marcha e instalación de máquinas herramientas mecánicas y electrónica, tratamiento superficial y químico a piezas y accesorios.

En la realización del análisis se determinó que la estructura de consumo de energéticos está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 70 % del total y los combustibles ocupan el segundo lugar con el 24 % se constató que el consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo (servicio, pérdidas por transformación herramental, aires acondicionados, computadoras y alumbrado) constituía más de 70% del consumo total de la fábrica, siendo el 50% en servicio.

Se establecieron las líneas base y meta energéticas con la relación de las variables unidades físicas equivalentes (UFE) y energía eléctrica (Mwh), obteniéndose como línea base y = 0,0217x + 15,579 y línea meta y = 0,0192x + 14,888 donde la energía no asociada a la producción es de 15,579 para la línea base y 14,8 para la meta

Las causas que determinan el alto por ciento de energía eléctrica no asociada a la producción están dadas por:

1. Falta de instrumentos de medición
2. Mala selección del compresor y subutilización del transformador de entrada.
3. No agrupación de cargas y no desconexión de los innecesarios.

Estableciéndose las acciones de mejora en función de:

1. Adquisición de instrumentos de medición.
2. Selección e instalación del transformador adecuado.
3. Selección y sustitución del compresor

- Papelera Damují (Grupo Empresarial de Industria Química)

Esta organización se dedica a producir y comercializar medios para ondular, cartulina, papel de envoltura y linner en bobinas o resmas. La Papelera Damují pretende mejorar su gestión energética debido a que en esta entidad se han realizado estudios relacionados con la eficiencia energética, donde se identificaron problemas con el consumo de energía eléctrica, como consecuencia del gran deterioro que presentaba la caldera, además de una inadecuada planificación energética. Se tomaron medidas relacionadas con la eficiencia energética, enfocadas a la compra de una caldera de vapor más eficiente y de baja presión, eliminación de las tendederas eléctricas y controlando diariamente el consumo de energía eléctrica por subestación.

Los resultados del análisis de la gestión de la energía fueron:

1. Se identificó como área y equipo clave la máquina de papel y el motor refinador sueco.
2. Las causas que indician en el alto consumo eléctrico del área y equipo claves son:
   - desgaste del equipo.
   - deficiente planificación del mantenimiento.
   - diversidad de la materia prima.
   - fallos eléctricos.
3. Se estableció como la línea base energética a partir de la recta de regresión lineal del año 2011, MWH 2011 = 15,4503 + 0,399915*UFE.
4. Se estableció el índice de consumo (MWH/ Toneladas de papel), para el monitoreo y control diario el proceso de gestión de la energía

Para el establecimiento futuro de la línea meta se establecieron como premisas la ejecución de las acciones de mejora siguientes:

1. Realizar un estudio en función de determinar si es factible la sustitución de los motores estándar existentes por motores de alta eficiencia.
2. Ejecutar con inmediatez la certificación y calibración de los instrumentos de medición.
3. Recontratar la demanda eléctrica en temporada de producción con la Organización Básica Eléctrica (OBE).

Ministerio del Transporte

- Empresa de transportación de trabajadores (TRANSMETRO)

Transmetro Cienfuegos es una organización subordinada al Ministerio del Transporte, la cual se dedica a brindar servicios de transportación de pasajeros y de trabajadores del turismo y a otras entidades expresamente autorizadas. La organización cuenta para el cumplimiento de su actividad fundamental con un parque formado por 26 ómnibus, de ellos el 80% marca Volvo y el resto Mercedez Ben y Yuton, de ellos según evaluación técnica del 2013 solo el 3.8% de los ómnibus fueron evaluados de bien, un 65.4% evaluados de regular y 30.8% de mal, detectándose el deterioro acelerado del parque automotor, por no reunir las condiciones técnicas requeridas para el servicio, el cual demanda de cumplimiento de los itinerarios y puntualidad.

La revisión energética permitió identificar las principales oportunidades de mejora del desempeño energético, las cuales se relacionan básicamente con la planificación energética, el estado técnico del parque de ómnibus y el capital humano, proponiéndose a partir de ello un conjunto de acciones que contribuyen a mejorar el desempeño energético del proceso clave, en relación a su portador fundamental el diesel.

La acción de mejora propuesta se enfocó en la remotorización para el ómnibus número de chapa FSE-585, inversión que se evaluó teniendo en cuenta criterios económicos y ambientales, para una total de 70900 km recorridos en el año 2014 se ahorró por consumo de diesel 22898.33 CUC, dejándose de emitir al medio ambiente 63.95 ton de CO2 y 1.03 ton de SO_x anuales

Se establecieron dos líneas de base energética, una en función del diesel/Km y otra en función del diesel/pasajeros transportados siendo estas:

- Diesel = 0,108842 + 0,373145*Km.
- Diesel = 3,3107 + 0,214627*Pasajeros

Donde la energía no asociada al servicio de transportación es de 0.24% y 7.38% respectivamente.

Las medidas en función de los sistemas de medición estuvieron enfocadas en:

1. Actualizar los índices de consumo del parque automotor y llevarlos a sus parámetros
2. Propuesta de nuevos indicadores
3. Adquisición de los instrumentos de medición necesarios para una adecuada calibración de los inyectores y de las bombas de inyección, dado que inciden en el consumo de combustible

- Almacenes Universales Cienfuegos

Almacenes Universales S.A. es una sociedad mercantil cubana, cuya actividad principal es ser un Operador Logístico Integral para la importación, la exportación, la producción nacional y el mercado doméstico de las mercancías en Cuba. Se especializa en la gestión de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte multimodal y distribución al cliente final, a través de medios técnicos y sistemas que integran los flujos materiales e informativos en todas sus fases.

En el año 2013 esta organización tomó una serie de acciones en función de la reducción del consumo de electricidad y de otros portadores energéticos, donde el diesel representa el de mayor consumo, debido a que su principal uso es en el transporte de carga pesada, que es

la principal fuente de ingresos de esta organización. En el análisis del periodo 2010-2012 se pudo apreciar que el comportamiento en el uso del portador energético diesel en el transporte de carga pesada, arrojó un sobreconsumo de alrededor del 37% y por consiguiente un gasto económico no planificado.
En el análisis de la planificación energética se seleccionó la cuña tractora número operativo 1104 por ser el equipo de menor eficiencia energética, determinándose como las causas raíces del alto consumo de diesel:

1. No se consideran las características técnicas para la comercialización
2. Utilización de los vehículos en actividades no comerciales.
3. Ejecución óptima del plan de mantenimiento.

Se establecieron las líneas base y meta a partir el equipo analizado y se propuso para realizar el monitoreo a través del control para los indicadores índice de consumo (km/litros) y línea base energética. Dando como resultado la necesidad de priorizar las siguientes oportunidades de mejoras:

1. Conocer la capacidad y el consumo del equipo, las condiciones de explotación y las condiciones medio ambientales, a través de la medición.
2. Actualizar los índices de consumo del parque automotor y llevarlos a sus parámetros.
3. Adquisición de los instrumentos de medición necesarios para una adecuada calibración de los inyectores y de las bombas de inyección

<u>Industria Farmacéutica</u>

- Empresa Comercializadora de Medicamentos (Droguería)

Los servicios que se ofertan se caracterizan por tener un alto contenido de productos a comercializar con 1132 renglones, de ellos conforman su cuadro básico 721 medicamentos (537 medicamentos de producción nacional y 184 importados), el resto corresponde a reactivos, materias primas, productos estomatológicos, de la Empresa de Suministros Médicos (EMSUME) y material gastable. Estos servicios alcanzan a todo el Sistema de Salud que incluye 80 farmacias, tres hospitales provinciales y 55 unidades asistenciales y en menor escala a 21 organismos extendiéndose por los ocho municipios de la provincia de Cienfuegos. La Droguería planifica y lleva a efecto el servicio que presta a través de un ciclo de distribución cada siete días a todas estas unidades de salud.
Se aplicó la metodología para la planificación energética en las instalaciones y el transporte de carga dando como resultado:

1. La calidad de la energía se encontraba deteriorada debido al bajo factor de potencia (menor que 0.90), provocando penalizaciones económicas.
2. Se propuso un conjunto de índices relacionados con el consumo de energía eléctrica en las instalaciones como:
   - consumo de energía eléctrica por metros cuadrados (kW/m2).
   - consumo de energía eléctrica por persona (kW/persona).
   - factor de potencia (fp).
3. El análisis realizado a partir de los índices de consumo para el transporte de carga, arrojó que el proceso es parcialmente adecuado según las especificaciones del plan para cada vehículo y la necesidad de un control estricto.
4. Se determinaron como causas potenciales que inciden el consumo de diesel, el poco dominio de los operarios en la realización del trabajo, exceso de velocidad de equipo,

inadecuado estado técnico del motor, el desaprovechamiento de la capacidad de carga, las roturas y averías de los equipo y las características del terreno.

5. Se propuso la acción de mejora para el desempeño energético del proceso de transporte en función de cursos de capacitación para la identificación, formación, evaluación y certificación de las competencias laborales en los operarios.
6. Se realizó la planificación energética al estableciéndose líneas de base energética, en función de los km recorridos y el consumo de diesel para cada uno de los vehículos de transporte pesado, las cuales se relacionan a continuación:
   - Consumo de diesel (FSJ536) = 0,0352156 + 0,322509*Km recorridos
   - Consumo de diesel (FSJ592)= 0,106557 + 0,249734*Km recorridos
   - Consumo de diesel (FSJ706) = 0,0597747 + 0,237965*Km recorridos
   - Consumo de diesel (B059389) = 0,053586 + 0,277631*Km recorridos

Donde la energía no asociada resultó ser casi nula, evidenciando eficiencia energética en el uso de estos vehículos.

Conclusiones

1. La aplicación del procedimiento para la planificación energética según los requisitos de la NC-ISO 50001:2011, diseñado por (Correa Soto, J & Alpha Bah, M, 2013) en el territorio de Cienfuegos, evidencia su aplicabilidad en diferentes sectores.
2. Se obtiene como resultado en las industrias donde se aplica como generalidad la necesidad adquisición de instrumentos de medición, la certificación y calibración de los instrumentos de medición existentes, la selección e instalación de equipos teniendo en cuenta la capacidad requerida.
3. En la utilización en los procesos de transporte automotor se obtuvo como resultados la actualización de los índices de consumo, se demostró que la la utilización de las capacidades de los vehículos inciden el la eficiencia energética de ellos y la necesidad de adquirir instrumentos de medición para una adecuada calibración de los inyectores y de las bombas de inyección, dado que inciden en el consumo de combustible.

Agradecimientos

A las empresas del territorio de Cienfuegos que se convirtieron en pioneras en la Gestión de la Energía en Cuba

La Unidad Territorial de Normalización (UTN) de Cienfuegos, perteneciente a la Oficina Nacional de Normalización (ONN) adscripta al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de la República de Cuba.

Referencias

1. A. Borroto in Gestión y economía energética, Ed.; UNIVERSO SUR, Cienfuegos, 2006.
2. A. Borroto in Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, Ed.; UNIVERSO SUR, Cienfuegos, 2009.
3. Lloyd´s Register .ISO 50001 Global Energy Management Systems. 2012.
4. International Organization for Standardization. ISO/FDIS 50001: 2011. Energy management systems - Requirements with guidance for use.2011.
5. J. Campos in Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. Ed.; UNIVERSO SUR, Cienfuegos, 1998.
6. L. Miyashiro *Ingeniería Industrial*, 2009, 30, 3.
7. M. Alpha. MsC Tesis Universidad de Cienfuegos, 2013.
8. Aenor .UNE 216301. 2007.
9. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and Federal Environment Agency (UBA), DIN EN 16001.2010.
10. American National Standards Institute (ANSI), ANSI/MSE 2000. 2008.
11. ISO 9001. 2008.
12. J. Campos in Herramientas de planeación e implementación de la ISO 50001, Ed.; Universidad del Atlántico, Barranquilla, 2012.
13. H. Gutiérrez; R De la Vara in Control estadístico de la calidad y seis sigma, Ed.; McGraw-Hill Interamericana Editores, México, 2004.

BRAGG FIBERS WITH LARGE AIR CORES FOR DELIVERY OF LASER RADIATION AT 1064 AND 1550 NM

V. Matějec[1], I. Kašík[1], O. Podrazký[1], M. Frank[2], M. Jelínek Jr[2] and V. Kubeček[2]

[1.] Institute of Photonics and Electronics AS CR, v.v.i., Chaberska 57, 182 51 Prague 8, Czech Republic – matejec@ufe.cz; [2.] Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague, Brehova 7, 115 19 Prague 1, Czech Republic - vaclav.kubecek@fjfi.cvut.cz

***Área of participation**: Energy*

Abstract – This paper deals with theoretical modeling, preparation and characterization of two types of Bragg fibers with large air cores applicable for delivery high laser powers at 1064 nm and 1550 nm. The fibers consist of Bragg claddings with three pairs of high- and low-index Bragg layers. In one fiber the first cladding layer is a low-index one that is followed by a high-index layer while in the other fiber the cladding starts with the high-index layer followed by the low-index one.
Preforms of the Bragg fibers were prepared by the MCVD method using germanium dioxide, phosphorous pentoxide and fluorine as silica dopants. The fibers with a glass diameter of 170 μm and core diameters from 55 to 70 μm were drawn from the preforms. Photonic bandgap characteristics of the prepared fibers were determined from the theory of stratified media. Both the prepared fibers were successfully tested for delivery of nanosecond laser pulses with energies up to 1 mJ at 1064 nm as well as for transmitting laser radiation with a power up to 300 mW at 1064 nm and 1550 nm.

Introduction

In last fifty years optical fibers have substantially contributed to the progress in telecommunications as very efficient transmission medium and also in light sources, amplifiers, couplers, etc. [1]. They allow us to achieve high transmission speeds and bandwidths the necessary condition for the development of modern information society. Moreover, optical fiber technologies primarily used in telecommunication systems have made possible to develop advanced optical sensors for point, remote and distributed sensing of physical and chemical quantities [2]-[4].
Recently, optical fibers have been investigated for transmitting high energies over long distances. Such transmission performance is closely related to the development of lasers with increased output power and efficiency. Fiber-optic set ups have been employed in medicine e.g. for delivering laser radiation in neurology, lithotripsy, dental medicine [5]-[12]. Laser radiation transmitted via optical fibers have been employed in industry for material processing, i.e. for cutting, welding, etc [13]. Optical fibers have also been used for delivery of solar light in lighting and heating systems [14], [15], electrical power stations [16], etc. The transmission of energy by optical fibers thus can be considered as an alternative to the traditional methods for transfer of heat or electricity via metallic tubes or wires [15].
Initially, glass optical fibers, usually telecommunication ones, have been tested for transmitting high powers. The most frequently used ones silica optical fibers have been

applied in medicine [5]-[8], in laser processing [13], in solar systems [14], etc. However, silica optical fibers can transmit light at wavelengths from about 300 to 2000 nm and their long-term durability during transmitting high energies is a rather limited. Therefore fibers based on special materials such as sapphire or germanium dioxide have also been investigated for laser transmission especially in the mid-IR region.

Sapphire fibers have been applied in urology for prostate ablation by laser radiation [5], [10]. They are more durable than silica optical ones. However, they have higher optical losses than silica fibers, are rigid which limits their use in flexible endoscopes. Fibers prepared from germanium dioxide have been employed in flexible endoscopes for Er:YAG lasers operating at 2940 nm [11].

There are several limitations of using glass optical fibers for transmitting high energies. Fiber end-face defects and contaminants as well as longitudinal inhomogeneities in fibers can induce local fiber overheating. Consequently fiber fusing, end-face damage or bending failure can take place which destroy the waveguide structure of the fiber [16]. Moreover, high powers transmitted in glass optical fibers can induce nonlinear optical effects such as generation of harmonics, four-wave mixing, Kerr effect, various types of stimulated scattering, etc. Some of these effects, especially the stimulated Rayleigh scattering, can be accompanied by the heat release which can damage the fiber [15]. It has been found that conventional silica fibers can transmit optical powers in excess of 2 kW [10]. Damage thresholds of silica optical fibers of about 20 GW/cm^2 have been reported [15] which, in fact, are much higher than .the limiting current power of 220 kW cm^{-2} recommended for copper wires [14].

In order to further increase transmitted optical powers in silica fibers, special fibers with hollow cores such as hollow fibers (HFs), hollow-core photonic bandgap (HC-PBG) fibers or hollow-core photonic crystal (HC-PC) fibers have been investigated recently. In such fibers light is guided in air cores which have a higher damage threshold than glass core. Moreover, there are no Fresnel reflections at the fiber ends which enables us to achieve high coupling efficiencies.

HFs are flexible glass capillaries with an internal surface coating, which has very high reflection at working wavelengths [16]-[19]. Such coatings usually consist of a silver layer and a dielectric film [18]. Glass HFs can transmit laser powers from the visible to mid-IR range due to internal light reflection on the air/coating boundary [17]. They enable efficient, high laser power transmission, while still being very durable and chemically stable. However, they can suffer from power losses due to light refractions and fiber bending.

Better transmission characteristics than those of HFs can be achieved with HC-PBG fibers [20]-[27]. Such fibers consist of a large air hole surrounded by a periodic two-dimensional (2D) array of air holes that forms the fiber cladding [20]. This periodic 2D structure has properties of a photonic bandgap material within which light with some particular wavelengths cannot propagate at a range of angles [21]. Due to the photonic bandgap effect approximately 98% of light transmitted through HC-PBG fiber can be guided with low losses in the air hole of the core [20],[21]. .Waveguiding properties of HC-PBG fibers depend on air hole dimensions and pitch. Such fibers are usually drawn from input stacks of silica tubes [25].

HC-PBG fibers have been tested for transmitting trains of picosecond laser pulses with energies of about 1 mJ [22],[23]. It has been found that HC-PBG fibers can deliver radiation of a Nd:YAG laser at 1064 nm and also the radiation of an Er:YAG laser at 2940 nm, i.e. at the wavelength where silica exhibits very high optical losses [24],[25]. A coupling efficiency

over 70% and the maximum transmission up to 82% have been achieved with a HC-PBG fiber [26] tested for delivery of trains of nanosecond laser pulses. HC-PBG fibers have also been employed for ignition of gaseous mixtures [27].

Recently, so called Kagome-like hollow-core photonic-crystal (HC-PC) fibers have been developed which exhibit a very low power-in-glass fraction due to inhibitted-coupling guidance rather than due to the photonic bandgap effect [28] So far, optical losses of such fibers are on a level of about 200 dB/km which can be explained by difficulties at the preparation of input stacks for their drawing.

In addition to HC-PBG and HC-PC fibers special fibers consisting of air or silica cores surrounded by concentric layers of alternating high- and low-index optical materials (Bragg cladding) followed by a uniform outer cladding (see Fig. 1) have been investigated for high-power delivery.. Such fibers are called Bragg fibers and can be prepared by the MCVD method [29]-[33]. In Bragg fibers the photonic bandgap is caused by a periodic 2D changes of the refractive index of the claddingl layers. If the Bragg cladding is properly designed it makes possible to confine the transmitted beam efficiently by means of a finite number of Bragg layers.

Bragg fibers with silica cores have been fabricated by the MCVD method. It has been found that Bragg fibers with large mode areas allow us to reduce radiation and bending losses in comparison with standard silica fibers [29]. Theoretical calculations have shown that radiation losses of such fibers can be decreased by increasing the refractive-index contrast between the high- and low-index layers in the fiber cladding. Minimum optical losses of such fibers of about 10 dB/km at 1064 nm have been demonstrated when the fibers were spliced to single-mode fibers at both fiber ends [29]. It has been found that such fibers have low bending losses and can be used for delivery of nanosecond laser pulses at 1064 nm [34].

Silica Bragg fibers consisting of an air core and three pairs of Bragg layers have been fabricated by the MCVD method [35]. Optical losses on a level of 80 dB/km have been measured with such fibers at 1064 nm. Air-silica Bragg fibers with three pairs of Bragg layers consisting of air holes separated by silica bridges have also been drawn from input stacks of regularly arranged silica tubes [33]. Transmission properties of such fibers at 1060 nm have been tested and propagation of the TE_{01} mode has been concluded from experiments.

The review above shows that hollow-core photonic bandgap fibers and Bragg fibers can be suitable for delivery of high powers. This paper presents the comparison of transmission characteristics of two types of Bragg fibers with air cores and different Bragg claddings at wavelengths of 1060 and 1550 nm.

Design and modeling of Bragg fibers

Design of Bragg fibers

Designed refractive-index profiles of Bragg fibers are schematically shown in Figs. 1. Each fiber consists of a large air optical core surrounded by three pairs of Bragg layers. In the structure in Fig. 1A that is further called as “Fiber A” the first Bragg layer is a low-index one which is followed by a high-index layer. On the other hand the structure in Fig. 1B that is further called as “Fiber B” has the first Bragg layer composed of a high-index glass and the following Bragg layer is based on a low-index glass. A diameter of the air core of 60 μm and refractive-index contrast between the high-index and low-index layers of 0.03 are assumed in the design.

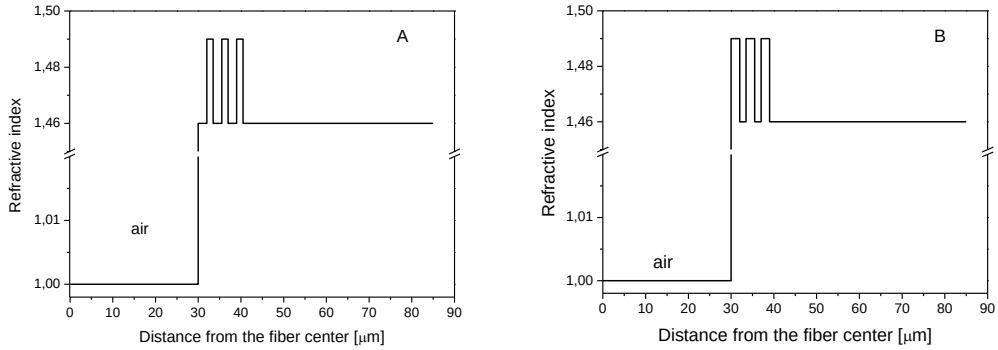


Fig. 1. Designed refractive-index profiles of Bragg fibers; profiles differ at the order of Bragg layers, A – low-index layer is the first one, B- high-index layer is the first one

Theoretical modeling of Bragg fibers

As the diameter of the air core of both structures in Figs. 1 is large, the Bragg claddings can be considered as approximately planar a model of light propagation in one-dimensional periodically stratified media can be used for understanding the photonic bandgap characteristics of the designed structures. Edges of bandgaps ("forbidden" bands) for TE polarization can be estimated from Eqs. (1) [36]. Allowed bands for TM polarization overlap with those of TE polarization.

$$\left|\cos(k_2 d_2)\cos(k_1 d_1) - \delta \sin(k_2 d_2)\sin(k_1 d_1)\right| = 1 \quad \delta = \frac{1}{2}\left(\frac{k_1}{k_2} + \frac{k_2}{k_1}\right) \quad k_i = \frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{n_i^2 - n_{eff}^2} \qquad (1)$$

In Eq. (1) n_i , d_i-are the refractive index and thickness of a particular cladding layer, respectively, n_{eff} is the effective index, λ is the wavelength.. By using Eqs. (1) photonic bandgaps for both structures were calculated from experimentally determined dimensions of Bragg layers and for their refractive-index contrast of 0,03 at wavelength of 1064 and 1550 nm. Results of the calculations are discussed below.

Experimental

Preparation of Bragg fibers

Preforms for drawing of designed Bragg fibers were prepared by the MCVD method. At experiments a silica layer slightly doped with fluorine was deposited onto the inner wall of a high-quality silica substrate tube at first to prevent the formation of defects on the tube/deposit boundary. Then, the high-index Bragg layer was prepared by depositing a layer of silica doped with germanium dioxide and phosphorous pentoxide. The following low-index Bragg layer was obtained by depositing a layer of silica doped slightly with phosphorous pentoxide. Then, the same procedure of preparing the high- and low-index Bragg layers was repeated in order to fabricate three pairs of Bragg layers. When the preform corresponding to Fiber A (see Fig. 1A) was prepared the low-index layer was deposited as the last one while

the high-index layer was deposited as the last one when fabricating the preform corresponding to Fiber B (see Fig. 1B). Tubes with the deposited multilayers were used as preforms for fiber drawing.
Bragg fibers were drawn from the preforms using a graphite resistance furnace Centorr (USA). Temperatures slightly below 2000 °C were used for fiber drawing. Fibers with a glass diameter of 170 μm were prepared from the preforms. They were coated with a protective polymeric jacket of UV-curable acrylate (De Sotto)

Dimensions of Bragg fibers

Cross-sections and dimensions of prepared Bragg fibers were characterized by optical microscopy in the transmission mode. Fiber segments with a length up to 2 cm were used in these measurements. No special procedure was employed for preparing the segment ends. The segments were cut off from prepared fibers by a knife of hard metal without removing the polymeric jacket.

Laser sources for delivery of radiation at 1060 nm and 1550 nm

For testing the performance of prepared Bragg fibers for delivery of high-power laser radiation three types of laser sources were used. Two lasers operated at the wavelength of 1064 nm and one at 1550 nm. A principal set-up used in experiments is shown in Fig. 2. A laboratory-designed passively Q-switched quasi-continuously pumped Nd:YAG (QSW) laser in a bounce geometry was used as first laser source. The laser generates at the wavelength of 1064 nm single pulses with duration of 9 ns at a repetition rate of 10 Hz and energy up to 1 mJ in a nearly fundamental transversal mode. Laser oscillator characteristics are in details described elsewhere [37]. An AR-coated glass lens L1 with a focal length of 50 mm was used for focusing laser light onto the input face of a tested fiber.
A continuous-wave (CW) Nd:YAG laser operating at 1064 nm with an output power of 300 mW was used as the second laser source. The output beam from the laser was focused onto the input face by using the lens L1 with a focal length of 25 mm. With both these Nd:YAG lasers beams with a focus radius of about 15 µm were obtained.
As third laser source a continuous-wave laser diode EM4 - EM650 provided with a single-mode fiber-optic pigtail PM900 was used. The diode operated at 1550 nm with an output power of about 30 mW. By using two lenses L1, one with a focal length of 35 nm and second with a focal length of 25 mm a beam with a focus radius of about 12 µm was obtained.

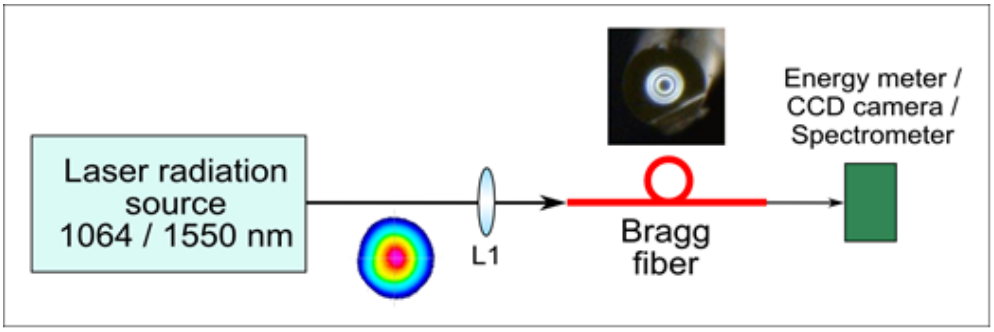


Fig. 2. Experimental setup for laser power delivery: L1: Focusing lens . Inset show a microscope photo of a fiber cross-section.

Transmittance, optical losses of fibers 1064 and 1550 nm

Using the set-up in Fig. 2 the fiber transmittance was measured on fiber segments with a length of 1 m. Laser beam energies of about 600 μJ were used in experiments with the QSW Nd:YAG laser. The CW Nd:YAG laser operated at 1064 nm with an average power of 300 mW, and laser diode operated at 1550 nm with a power level of 30 mW were used in the experiments. The transmittance was obtained as a ratio of the energy or power from the fiber to the input energy or power launched into it.

The attenuation coefficients of prepared fibers at the wavelengths of 1064 nm and 1550 nm was measured. In such experiments a tested fiber with a length l_1 ranging from 10 to 50 m was excited using the lens L1 and output energy from the fiber E_1 was measured. Then, the fiber was cut to a length l_2 of about 1 m without any change of the input coupling conditions and output energy from this reference fiber E_0 was measured. The attenuation coefficient γ was calculated from Eq. (2)

$$\gamma = \frac{10}{l_1 - l_2} \cdot \log\left(\frac{E_0}{E_1}\right) \qquad (2)$$

In Eq. (2) L denotes the fiber length. The same equation can be used for the delivered powers.

Radiation losses at the beginning part of tested fibers were characterized by coupling efficiency η defined by Eq. (3).

$$\eta = T\, 10^{\left(\frac{l\gamma}{10}\right)} \qquad (3)$$

In Eq. (3) T denotes the transmittance measured on the fiber length l.

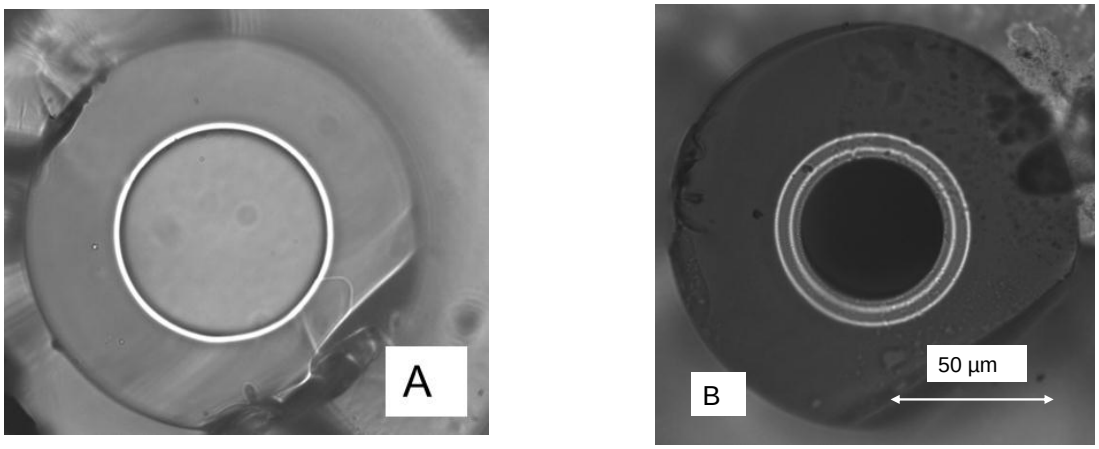
Spatial energy profiles of the output beam at 1064 nm from tested fibers were also registered using a CCD camera. A CCD camera for 1550 nm was not available.

Bending losses at 1064 nm and 1550 nm

Bending losses of all fibers were determined by using the laser sources on segments with a length of about 1 m coiled on mandrels with diameters ranging from 13 to 50 mm. Each tested fiber was coiled on the mandrel in one turn and output energy from the fiber was measured.

Results and discussion

Cross-sections of prepared fibers measured by optical microscopy are shown in Figs. 3. In these measurement entire fiber face was illuminated. Fig. 3B show the cross-section of Fiber B with the fiber cladding consisting of three alternating high-index layers (bright ones) and low-index layer (grey ones).. Due to the limited resolution of the optical microscope used in experiments on a scale of one micrometer and due to diffraction effects the structure of particular Bragg layers can hardly be recognized for Fiber A from Fig 3A. Diameters of the air cores of 70 and 55 μm were estimated from Figs. 3A and 3B respectively



.**Figs. 3.** Cross-sections of prepared fibers taken by optical microscopy; A) Cross-section of Fiber A, B) Cross-section of fiber B.

Assuming thicknesses of the high-index layers of 1.5 μm and low-index ones of 2 μm and a refractive-index contrast of 0.03 that corresponds to limits of germanium- dioxide doping achievable in the MCVD method bandgap structures of the prepared fibers were estimated from Eqs. (1). Results calculated for wavelengths of 1064 and 1550 nm are shown in Figs. 4. The widths of the thin rectangles if Figs. 4 show ranges of possible photonic bandgaps in prepared fibers. These results allow us to conclude that both the fiber-optic structures can support the propagation a few Bragg modes in the air cores. Moreover, light can be guided in the high-index layers of the cladding ($1.46<n_{eff}<1.49$) if these layers are excited at the input fiber face.

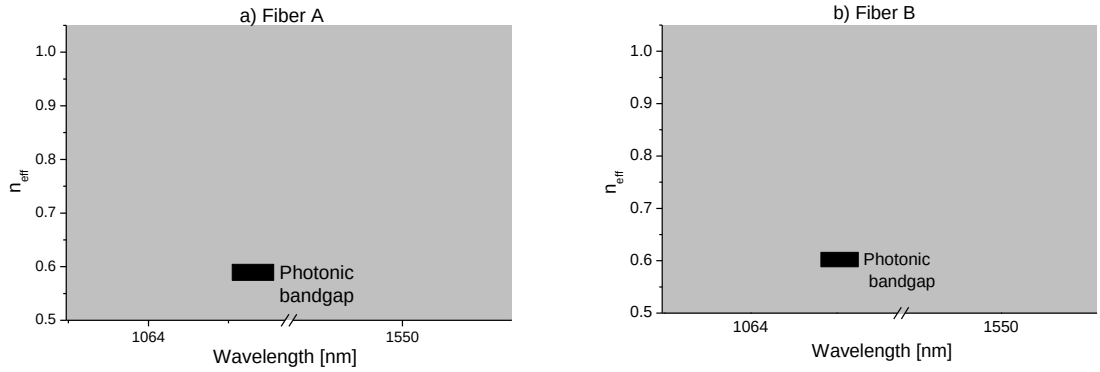
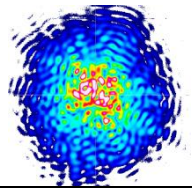
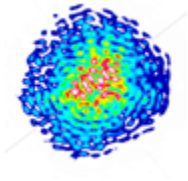


Fig. 4 Bandgaps of the Bragg claddings: a] Results for Fiber A; b) Results for Fiber B.

Results of tests of prepared fibers for delivery of laser radiation are summarized in Tabs. 1 and 2.

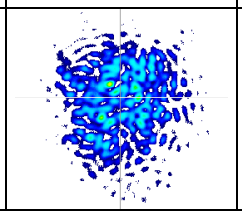
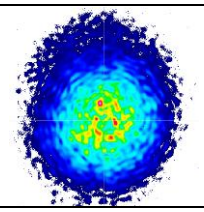
Tab. 1. Transmission characteristics of Fiber A

	QSW laser 1064 nm	**CW laser 1064 nm**	**Laser diode 1550 nm**
Attenuation coefficient [dB/m]	0.070	0.068±0.007	0.159
Transmittance [%] 1m	57	48	50
Coupling efficiency [%]	58	49	52
Bending loss, 1 turn, D=50 mm, [dB]	0	0	0
Bending loss, 1 turn, D=13 mm, [dB]	0.151±0.007	0.411±0.009	0.690±0.030
Spatial profile of the output beam			

Values of the attenuation coefficient on a level of 70 dB/km have been determined at 1064 nm both with the QSW and CW lasers for Fiber A. These values are higher than those reported elsewhere for a Bragg fiber with the silica core [29]. However, in that paper light was launched into the silica fiber core by using single-mode fibers spliced to both fiber ends [29]. As one can see from Tab. 1 the attenuation coefficient at 1550 nm is higher than that at 1064 nm. This increase can be related to changes of the photonic bandgap structure (compare results in Fig. 4A). The photonic bandgap structure can also explain the coupling efficiency values of about 50% shown in Tab. 1. They values mean that light from the lasers is launched into a number of leaky modes irradiating out from the core in the very beginning part of the fiber equally as into guided Bragg modes (see effective indices in Fig. 4A) propagating over the fiber length.

Measured spatial profiles of the output beam from Fiber A in Tab. 1 show far-field power distributions and correspond to multimodal light transmission in the air core. From Tab.1 one can also conclude that the bending of Fiber A down to diameters on a level of 50 mm has no effect on the fiber attenuation.

Tab. 2. Transmission characteristics of Fiber B

	QSW laser 1064 nm	**CW laser 1064 nm**	**Laser diode 1550 nm**
Attenuation coefficient [dB/m]	0.085	0.091±0.003	0.130
Transmittance [%] 1m	47	51	53
Coupling efficiency [%]	48	52	54
Bending loss, 1 turn, mandrel D=50 mm, [dB]	0	0	0
Bending loss, 1 turn, mandrel D=13 mm, [dB]	0.384±0.009	0.411±0.006	0.662±0.026
Spatial profile of the output beam			

Similar characteristics as those for Fiber A have been determined with Fiber B (see results in Tab. 2). In this case a little higher attenuation coefficients at 1064 nm can be related to the decreased core diameter of 55 μm. Fiber A, similarly as Fiber B, operates in multimodal regime that is indicated by spatial profiles of the output beam in Tab. 2. The calculated photonic bandgap structure in Fig. 4B explain this multimodal regime.
Both the tested Bragg fibers exhibited damage thresholds of about 30 GW cm^{-2} determined at experiments with the QSW laser at 1064 nm. It means that they are more suitable for delivery high laser energies than standard silica fibers with the damage threshold on a level of 10-20 GW cm^{-2} .

Conclusions

Two types of Bragg fibers with air cores and the reverse order of high- and low-index layers in the Bragg cladding have been fabricated from doped silica glass by the MCVD method. Large air cores of about 65 µm in diameter and three pairs of the Bragg layers have enabled to achieve a minimum attenuation on a level of 70 dB/km at 1064 nm. At 1550 nm an attenuation of about 150 dB/km has been achieved. Both the fibers are multimodal ones. Laser radiation can be launched into the fiber cores with the coupling efficiency of about 50%. Future research will deal with ways for increasing the coupling efficiency of air-core Bragg fibers and their use for transmission of laser and solar radiation.

Acknowledgements

This research has been supported by the Czech Science Foundation (contract P102/12/2361)

References

1. E. Desurvire, C. Kazmierski, F. Lelarge, X. Marcadet, A. Scavennec, F.A. Kish, D.F. Welch, R. Nagarajan, C.H. Joyner, R.P. Schneider Jr., S.W. Corzinec, M. Kato, P.W. Evans, M. Ziari, A.G. Dentai, J.L. Pleumeekers, R. Muthiah, S. Bigo, M. Nakazawa, D.J. Richardson, F. Poletti, M.N. Petrovich, S.U. Alam, W.H. Loh, D.N. Payne, *C. R. Physique* 2011, 12, 387.
2. O.S. Wolfbeis, *Anal. Chem. (Wash.)* 2008, 80, 4269.
3. F. Baldini, A. Giannetti, A.A. Mencaglia, C. Trono, *Current Anal. Chem.* 2008, 4, 378.
4. L. Mescia, F. Prudenzano, *Fibers* 2014, 2,1 doi:10.3390/fib2010001.
5. S.A. Pierre, D.M. Albala, *World J. Urology* 2007, 25**,** 275.
6. O.A. Nazif, J.M.H. Teichman, R.D. Glickman, A.J. Welch, *J. Endourology* 2004, 18, 818.
7. R.L. Blackmon, P.B. Irby, N.M. Fried, *Lasers Surg. Medicine* 2010, 42, 45.
8. R. George, L.J. Walsh, *Lasers Surg. Medicine* 2009, 41, 214.
9. S. Sato, Y.W. Shi, Y. Matsuura, M. Miyagi, H. Ashida, *Lasers Surg. Medicine* 2005, 37, 149.
10. J.A. Harrington, In Proc. SPIE Vol. 2966 – Laser-Induced Damage in Optical Materials, 1966, p. 536.
11. T.J. Polletto, A.K. Ngo, A. Tchapzjnikov, K. Leven, D. Tran, N.M. Fried, *Lasers Surg. Medicine* 2006, 38,787.
12. G.N. Merberg, *Lasers Surg. Medicine* 1993, 13, 572.
13. M.A. Ahmed, A. Voss, *Opt. Photonik* 2012, 2, 38.
14. C. Kandilli, A.K. Turkoglu, K. Ulgen, *Int. J. Energy Re*s.2009, 33, 194.
15. A.S. Biryukov, E.M. Dianov, *Quant. Electr*. 2007, 37, 379.
16. M. Ari, M.C. Taplamaciogiu, *J. Technical Phys. Problems Eng.* 2010, 1, 84.
17 .W. Shi, K. Ito, Y. Matsuura, M. Miyagi, *Opt. Letters* 2005, 30, 21, 2867.
18. M. Miyagi, H. Akihito, US Patent number: 5995696, Filing date: Dec 15, 1997, Issue date: Nov 30, 1999.
19. A. Bendada , K. Cole, M. Lamontagne, and Y. Simard, *Infrared Physics Technology* 2004, 45, 59.
20. R.F. Cregan, B.J. Mangan, J.C. Knight, T.A. Birks, P. Russell, P.J. Roberts, D.C. Allan, *Science* 1999, 285, 1537.
21. P.J. Roberts, F. Couny, H. Sabert, B.J. Mangan, D.P. Williams, L. Farr, M.W. Mason, A. Tomlinson, T.A. Birks, J.C. Knight, and P.St.J. Russell, *Opt. Express* 2005, 13, 236.
22 S.O. Konorov, A.B. Fedotov, O.A. Kolevatova, V.I. Beloglazov, N.B. Skibina, A.V. Shcherbakov, E. Wintner, A.M. Zheltikov, *J. Phys.* 2003, D36, 1375.
23. *Laser-Induced Plasmas and Applications (Optical Engineering), .* L.J. Radziemsky, and D.A Cremers (Editors.). Marcel Dekker Ltd., 1989.
24. J.D. Shephard, J.D.C. Jones, D.P. Hand, G. Bouwmans, J.C. Knight, P.S. Russell, B.J. Mangan, *Opt. Express* 2004, 12, 717.
25. A. Urich, R.P.J. Maier, B.J. Mangan, S. Renshaw, J.C. Knight, D.P. Hand, J.D. Shephard, *Opt. Express* 2012, 20, 6677.
26. J. Tauer, F. Orban, H. Kofler, A.B. Fedotov, I.V. Fedotov, V.P. Mitrokhin, A.M. Zheltikov, E. Wintner, *Laser Phys. Letters* 2007, 4, 444.
27 S. Joshi, A.P. Yalin, A. Galvanauskas, *Appl. Optics* 2007, 46, 4057.
28 Y. Wang, M. Alharbi, T. D. Bradley, C. Fourcade-Dutin, B. Debord, B. Beaudou, F. Gerome, F. Benabid, Laser Sci. Engi. 2013, 1, 17.

29 M.E. Lichachev, S.L. Semjonov, M.M. Bubnov, E.M. Dianov, V.F. Khopin, M.Yu. Salganskii, M.A. Gurjanov, A.N. Gurjanov, R. Jamier, P. Viale, S. Fevrier, J.-M. Bondy, *Quant. Electr*. 2006, 36, 7, 581.
30. G. Vienne, Y. Xu, C. Jakobsen, H.-J. Deyerl, J. Jensen, T. Sorensen, T.P. Hansen, Y. Huang, M. Terrel, R.K. Lee, N.A. Mortensen, J. Broeng, H. Simonsen, A. Bjarklev, A. Yariv, *Opt. Express* 2004, 12, 3500.
31. S. Février, R. Jamier, J.M. Blondy, S. L. Semjonov, M. E. Likhachev, M. M. Bubnov, E. M. Dianov, V. F. Khopin, M. Y. Salganskii, A. N. Guryanov, *Opt. Express* 2006, 14, 562.
32. R. Jamier, S. Fevrier, G. Humbert, M. Devautour, P. Viale, J.M. Blondy, S.L. Semjonov, M.E. Likchachev, M.M. Bubnov, E.M. Dianov, V.F. Khopin, M.Y. Salganskii, A.N. Guryanov, In Proc. SPIE Vol. 6588-Photonic Crystal Fibres , 2007, p. 58805.
33. G. Vienne, Y. Xu, C. Jakobsen, H. J. Deyerl, T. P. Hansen, B. H. Larsen, J. B. Jensen, T.Sørensen, M. Terrel, Y. Huang, R. Lee, N. A. Mortensen, J. Broeng, H. Simonsen, A. Bjarklev, A. Yariv, In Proc. Optical Fiber Communication Conference, 2004. OFC 2004, Vol. 2.
34 V. Matějec, I. Kašík, O. Podrazký, J.Aubrecht, M. Frank, M. Jelínek, V. Kubeček, Radioengineering 2013, 22, 346.
35. V. Matějec, I. Kašík, O. Podrazký, J.Aubrecht, M. Frank, M. Jelínek, V. Kubeček, In Proc. SPIE 8775-Micro-structured and Specialty Optical Fibres II, 2013, Vol. 8775, 877508-1.
36. P. Yeh, A. Yariv, C.S. Homg, *J. Opt. Soc. Am.* 1977, *67*, 423.
37. M. Jelinek, V. Kubecek, *Laser Phys. Lett.* 2011, 8, 657.

TÍTULO: DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE ATENCIÓN AL CLIENTE BASADO EN EL MODELO SERVQUAL PARA LA INDUSTRIA MARMOLERA OTAVALO

Ing. M. Coronel Pinduisaca[1], Doctora. L. Diaz Gispert [2]

[1] Universidad de Otavalo. Ciudadela Imbaya, Avenida de Los Sarances, Otavalo, Ecuador – mcoronel@uotavalo.edu.ec; [2]Universidad de Otavalo. Ciudadela Imbaya, Avenida de Los Sarances, Otavalo, Ecuador – ldiaz@uotavalo.edu.ec

Área de participación: *Organización y gestión empresarial*

Resumen

La gestión de atención al cliente permite mejorar la relación que tanto el cliente como el consumidor mantienen con la organización, de tal manera que sea un vínculo ganar – ganar y que tenga como fin fundamental la diferenciación. Industria Marmolera Otavalo, dedica sus actividades al proceso industrial de láminas de mármol, a través de la venta directa. En los últimos años ha sido notorio el incremento de las quejas por parte de sus clientes, ante lo cual se diseñó un modelo que gestione los procesos de atención, basada en el sistema SERVQUAL que mide; la fiabilidad, la capacidad de respuesta, seguridad, empatía y los elementos tangibles. La metodología empleada en el diseño de la propuesta se basó en el análisis de las fortalezas y debilidades de la industria que dieron origen a las estrategias que permitieron identificar el problema central que causaba el incremento de quejas y como consecuencia la disminución de ventas y devolución de productos. Como resultado se propone un modelo de atención al cliente orientado tanto a los niveles ejecutivos, medios e inicial, de manera que toda la estructura organizacional se vea comprometida en mejorar el servicio al cliente incluyendo este factor dentro de la cultura de la industria.

Introducción

El desarrollo industrial en el Ecuador desde el año 2009 ha evolucionado significativamente. Según cifras del Banco Central la contribución al PIB de este sector fue de 13,6 por ciento, ubicándose en tercer lugar dentro de la participación de los sectores económicos. Si bien los datos estadísticos analizan valores de crecimiento o decrecimiento, no analizan el manejo de las habilidades operativas en la gestión empresarial, mediante el diagnóstico de variables internas de la organización.

Para poder conocer cómo se encuentra la relación existente entre el cliente y quienes forman parte de la industria, se estudió el caso de Industria Marmolera Otavalo, dedicada a la venta de implementos para la construcción. Esta empresa con más de 20 años en el mercado, ha reflejado problemas en las tres áreas que maneja , siendo el de mayor importancia para sus propietarios el área de ventas, que en los dos últimos años se ha incrementado las quejas de los clientes, dando como resultado las disminución de sus ventas.

Mediante el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas se busca determinar cuáles son los principales nudos críticos, mediante la realización de un profundo diagnóstico sobre la perspectiva y la expectativa que tienen los clientes de los servicios, que como empresa proveedora de implementos para la construcción deberían ofrecer. Martha Alles (2012) indica que la orientación al cliente implica un deseo de ayudar o servir a los clientes, de comprender y satisfacer sus necesidades, aun aquellas no expresadas.

El desarrollar una relación con el cliente establece confianza y relaciones productivas en toda la organización del cliente, reconociendo y adaptando las distintas culturas de manera

que se asegure de conocer adecuadamente las expectativas para que se establezcan relaciones con perspectivas de largo plazo.

Por tanto, se busca determinar las potenciales debilidades que afectarían a aspectos como; la confiabilidad que es la aptitud de entregar tanto el producto como el servicio prometido de forma confiable y segura. Así como la empatía, es decir el cuidado y atención individual que se debe proporcionar a los clientes. Para poder llegar a estos resultados se determinan los diferentes criterios de clientes frecuentes de la industria, durante la recolección de información primaria en 4 semanas. El propósito de la investigación es lograr medir el servicio de calidad que otorga Marmolera Otavalo a sus clientes, mediante la utilización de un modelo que permita evaluar dimensiones como la fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y elementos tangibles que medirá lo que el cliente espera de la organización.

Por lo tanto el **objetivo general** es desarrollar la gestión de atención al cliente que ayude con los procesos de las habilidades operativas empresariales, mediante la aplicación del modelo SERVQUAL con la finalidad de mejorar las acciones de atención al cliente.

El contenido teórico que ayudará al desarrollo del modelo de atención al cliente se basa en los siguientes términos:

- → **Orientación al cliente:** Establece confianza y relaciones productivas en toda la organización del cliente, reconociendo y adaptando las distintas culturas, pero manteniendo la independencia de la firma en su papel de consejero. Puede realzar la reputación de la firma con el cliente; también utiliza redes en la comunidad para este fin.
- → **Orientación al cliente interno y externo (nivel inicial)**: Demostrar sensibilidad por las necesidades o exigencias que un conjunto de clientes potenciales externos o internos pueden requerir en el presente o en el futuro.
- → **Orientación al Cliente (niveles intermedios y otros niveles):** Es la vocación y el deseo de satisfacer a los clientes con el compromiso personal para cumplir con sus pedidos, deseos y expectativas. Se asegura de conocer adecuadamente las expectativas de los clientes y que sean satisfechas; sólo siente que ha hecho bien su trabajo cuando el cliente manifiesta que sus expectativas han sido sistemáticamente satisfechas y superadas y demuestra su entusiasmo y deleite.

Sección Experimental

Plan de Gestión

Industria Marmolera Otavalo es una empresa dedicada al proceso de elaboración de láminas de mármol para la industria de la construcción y afines. La primera instalación se ubicó en la ciudad de Riobamba en el año 1980. A partir del año 1990 traslada sus instalaciones a la ciudad de Otavalo debido a la alta competencia que generó esta industria en la provincia de Chimborazo y también a la cercanía del aprovisionamiento de materias primas.

La misión con la que cuenta esta industria es: **Ser una industria inmersa en el mercado de implementos de la construcción proporcionando oportunamente a los clientes los productos requeridos, satisfaciendo de este modo sus necesidades y expectativas.**

Su visión es; **consolidar para el 2015 el liderazgo como fabricante y distribuidor de implementos para la construcción, reconocidos a nivel nacional.**

Los valores que buscan crear una cultura organizacional se basan en los siguientes preceptos:

- **Integridad y Honestidad-** Se fomenta las buenas prácticas basadas en normas éticas y moralmente aceptadas en el entorno social donde se desarrolla.
- **Emprendedores.-** Desarrollar al máximo la capacidades innovadoras y desarrollar con eficiencias todos los procesos productivos.
- **Flexibilidad.-** Adaptabilidad a los cambios tanto internos como externos.
- **Compromiso.-** Generación de un compromiso total que se encuentra ligado a la calidad, el cuidado medioambiental y el compromiso social.

Con el propósito de poder orientar la investigación en la mejora de los procesos de gestión en la atención al cliente se analiza que la visión a diferencia de la misión no toma en cuenta a los clientes, por lo que es necesario que la industria plantee los siguientes objetivos:

→ Alcanzar los más altos estándares de satisfacción de nuestros clientes brindándoles productos y servicios de calidad.
→ Empoderar al personal de las diferentes áreas en la industria para que sientan como suya a la organización.
→ Demostrar compromiso con el desarrollo sostenible del medio ambiente.
→ Desarrollar las capacidades y habilidades del personal para aprovechar de la mejor manera el talento humano del que dispone la organización.

En la Tabla No. 1. Se detallan las diferentes áreas, problemas detectados y el tiempo aproximado del problema.

Tabla N° 1
Problemas detectados

ÁREA	PROBLEMA(S) DETECTADOS	TIEMPO DE DETECCIÓN PROBLEMA
PRODUCCIÓN	• Tardanza en el tiempo de aprovisionamiento de materias primas. • Disminución de la producción en un 3 por ciento comparado con el año 2011. • Fallas en los procesos de corte. • Alta rotación de empleados. • Incremento de desperdicios.	8 meses 12 meses 6 meses 8 meses 8 meses
VENTAS	• Disminución de ventas en comparación con el período anterior. • Quejas por parte de los clientes por demoras en las entregas. • Quejas por fallas en los productos. • Devolución de productos.	8 meses
CONTABLE FINANCIERA	• Necesidad de recursos contables adaptables a las condiciones de la industria. • Rembolso de dinero por devolución en ventas. • Falta de información actual por parte del área de producción.	9 meses

Tomando en cuenta el objetivo propuesto se tomará explícitamente como referencia el área de ventas pues lo que se desea proponer es una solución al problema por el que está atravesando y que influye directamente sobre el cliente.

Con la finalidad de estructurar de manera más amplia y con mayor enfoque de análisis, se estructura la matriz de análisis FODA y se analizan los principales nudos críticos:
Nudo crítico, causas, consecuencias, nivel de prioridad y tipos de soluciones dadas a Industria Marmolera Otavalo.

Tomando en cuenta los criterios DA (debilidad – amenaza) de la matriz FODA se procede a calificarlos y priorizarlos.

- Escala: De 1- 3 prioridad baja
  De 4-6 prioridad media
  De 7-10 prioridad alta

Mientras más elevado sea la puntuación mayor será la prioridad.

Tabla N° 2
Debilidades detectadas

DEBILIDADES	PRIORIDAD ALTA	PRIORIDAD MEDIA	PRIORIDAD BAJA
• Falta de capacitación constante al personal.	7		
• Excesiva rotación de empleados.		6	
• Elevado número de quejas por parte de clientes.	9		
• Débil comunicación interna entre las áreas de la empresa.		5	
• Disminución del número de clientes.	10		

Nivel de prioridades "debilidades" (D) Industria Marmolera Otavalo.

1. Disminución del número de clientes.
2. Elevado número de quejas por parte de clientes.
3. Falta de capacitación constante al personal.
4. Excesiva rotación de empleados.
5. Débil comunicación interna entre las áreas de la empresa.

- Escala: De 1-3 prioridad baja
  De 4-6 prioridad media
  De 7-10 prioridad alta

Mientras más elevado sea la puntuación mayor será la prioridad.

Tabla N° 3
Amenazas detectados

AMENAZAS	PRIORIDAD ALTA	PRIORIDAD MEDIA	PRIORIDAD BAJA
• Orientación de clientes hacia productos como la cerámica.	9		
• Aprobación de ley minera.		5	
• Difícil acceso a materiales indirectos de fabricación.	7		
• Falta de maquinaria de punta para procesos productivos.			3
• Cambios constantes de gustos preferencias y saturación de mercado.	8		

Nivel de prioridades "amenazas" (A) Industria Marmolera Otavalo.

1. Orientación de clientes hacia productos como la cerámica.
2. Cambios constantes de gustos preferencias y saturación de mercado.
3. Difícil acceso a materiales indirectos de fabricación.
4. Aprobación de ley minera.
5. Falta de maquinaria de punta para procesos productivos.

Con estos resultados se conoce que el principal nudo crítico del problema principal que surge en la Industria Marmolera Otavalo, está orientado al mercado y con ello directamente a los clientes. Por lo que es necesario una medición de la calidad del servicio prestada por esta empresa y de este modo poder determinar los siguientes puntos:

a) Las expectativas de sus clientes respecto al nivel de servicio que debiera entregar una industria que posea nuestras mismas características y ;
b) Determinar la percepción que sus clientes tienen respecto del nivel de servicio que Industria Marmolera Otavalo les está entregando actualmente.

Antes de diseñar el MODELO DE ATENCIÒN AL CLIENTE para esta empresa, se procede a medir el nivel de calidad del servicio que ofrece, mediante la utilización del modelo SERVQUAL para la medición y análisis cuantitativo del nivel de satisfacción de los clientes.

El modelo SERVQUAL se le analiza por medio de 5 dimensiones:

- Elementos Tangibles; Se pedirá a los clientes que califiquen la apariencia de las instalaciones, equipamiento, personal y material de comunicación con el que cuenta la empresa.

- Confiabilidad; Los clientes deberán calificar el nivel de confianza que tienen con la empresa.

- Respuesta; Por medio de esta dimensión se pretende analizar la rapidez y disposición de prestar ayuda a los clientes.

- Seguridad; Evaluar el nivel de cortesía y aptitud para transmitir confianza.

- Empatía.- Se encarga de analizar el cuidado y atención individual que se proporciona a los clientes.

Resultados y Discusión

Metodología proceso de aplicación SERVQUAL.-

Para conocer el nivel de satisfacción de los clientes de Industria Marmolera Otavalo se procede con la ejecución de los siguientes pasos, para determinar los requerimientos necesarios para elaborar el modelo de atención al cliente.

En primer lugar se procede a tomar la muestra para delimitar el objeto de estudio, pero por tratarse de una empresa pequeña se realiza un censo a los clientes frecuentes durante el periodo de cuatro semanas, si bien el tiempo es muy corto pero no menos importante y significativo, para conocer la realidad de esta empresa sobre todo en el área de ventas, que es el punto más crítico según el análisis previamente realizado.
Se aplicaron 22 preguntas que corresponden al instrumento del modelo SERVQUAL (ver anexo I), a 15 clientes frecuentes, obteniendo los siguientes resultados. A cada cliente se le indicó la ponderación en escalas de 1 a 7 puntos, mientras más cercano a 7 mayor aceptabilidad.
El modelo se encuentra compuesto de dos fases de preguntas; un grupo enfocadas a conocer las expectativas de los clientes de Marmolera Otavalo y la otra fase enfocada a conocer sus percepciones. De manera que no exista influencia directa entre las respuestas, se ejecutaron las de percepciones las dos primeras semanas y la tercera y cuarta semana se realizó las dirigidas a analizar las expectativas de la empresa.

Después de aplicado el modelo se dieron los siguientes puntajes según cada una de las 5 dimensiones explicadas con anterioridad como se indica en las siguientes Tablas:

Tabla N° 4

a) Respuestas de Elementos Tangibles.

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje	PERCEPCIONES (P)	Puntaje	Brecha
Expectativas de los clientes promedio delimitado para los tangibles.	**6**	**Percepciones de los clientes promedio delimitado para los tangibles**	**6,25**	**0,25**
E1. Una empresa que provea implementos para la construcción de excelencia dispondrá de equipamiento moderno.	7	P1. Industria Marmolera Otavalo dispone de equipamiento moderno.	5	-2
E2. Las instalaciones físicas de una empresa proveedora de implementos para la construcción serán visualmente atrayentes.	6	P2. Las instalaciones de Industria Marmolera Otavalo son visualmente atrayentes.	7	1
E3. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción tendrán una apariencia cuidada y prolija.	6	P3. En Industria Marmolera Otavalo los empleados tienen una apariencia cuidada y prolija.	7	1
E4. En una empresa proveedora de implementos para la construcción se deberá contar con material visual como folletos o muestras visualmente atrayentes.	5	P4.- En Industria Marmolera Otavalo los materiales visuales son atrayentes.	6	1

Tabla N° 5

b) Respuestas de Confiabilidad.

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje	PERCEPCIONES (P)	Puntaje	Brecha
Expectativas de los clientes promedio delimitado para confiabilidad.	**6,40**	**Percepciones de los clientes promedio delimitado para confiabilidad.**	**5,40**	**-1**
E5. Cuando una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia promete hacer algo a tiempo, lo hace.	7	P5. Cuando Industria Marmolera Otavalo promete hacer algo en un cierto tiempo lo hace.	5	-2
E6. Cuando un cliente tiene un problema, una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia mostrará sincero interés en resolverlo.	7	P6. Cuando un cliente tiene un problema Industria Marmolera Otavalo muestra sincero interés por resolverlo.	6	-1
E7. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción brindarán un servicio correcto la primera vez.	6	P7. Industria Marmolera Otavalo brinda sus servicios de la manera correcta la primera vez.	7	1
E8. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción brindarán un servicio en el tiempo prometido.	6	P8. Industria Marmolera Otavalo brinda su servicio en el tiempo prometido.	4	-2
E9. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción harán el mejor esfuerzo para tener notas de pedidos libres de errores.	6	P9. Industria Marmolera Otavalo se esfuerza por tener notas de pedidos libre de errores.	5	-1

Tabla N° 6

c) Análisis de la Respuesta de la empresa

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje	PERCEPCIONES (P)	Puntaje	Brecha
Expectativas de los clientes promedio delimitado para respuesta.	**6,5**	**Percepciones de los clientes promedio delimitado para respuesta.**	**6,25**	**-0,25**
E10. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción informarán con exactitud a sus clientes el momento en el que serán brindados los servicios.	6	P10. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo informan con exactitud a sus clientes el momento en el que serán brindados sus servicios.	7	1
E11. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia brindarán un servicio rápido a sus clientes.	7	P11. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo brindan un servicio rápido a sus clientes.	5	-2
E12. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia estarán siempre dispuestos a ayudar a sus clientes.	7	P12. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo están siempre dispuestos a ayudar a sus clientes.	6	-1
E13. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción nunca estarán ocupados al momento de responder a los pedidos de sus clientes.	6	P13. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo nunca están ocupados al momento de responder a los pedidos de sus clientes.	7	1

Tabla N° 7

d) Análisis de la seguridad para con la empresa.

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje	PERCEPCIONES (P)	Puntaje	Brecha
Expectativas de los clientes promedio delimitado para la seguridad	**6,25**	**Percepciones de los clientes promedio delimitado para la seguridad**	**5,75**	**-0,5**
E14. El comportamiento de los empleados en una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia siempre infundirá confianza.	6	P14. El comportamiento de los empleados en Industria Marmolera Otavalo siempre infunde confianza.	5	-1
E15. Los clientes de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia se sentirán a salvo cuando realizan sus compras.	6	P15. Los clientes de Industria Marmolera Otavalo se sienten a salvo cuando realizan sus compras.	7	1
E16. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia se comportará de manera cortés con sus clientes.	7	P16. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo se comportan siempre de manera cortés con sus clientes.	6	-1
E17. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia tendrán el conocimiento para responder las preguntas de sus clientes.	6	P17. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo tienen el conocimiento para responder las preguntas de sus clientes.	5	-1

Tabla N° 8

e) Análisis de la empatía.

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje	PERCEPCIONES (P)	Puntaje	Brecha
Expectativas de los clientes promedio delimitado para la empatía	**6,25**	**Percepciones de los clientes promedio delimitado para la empatía**	**6**	**-0,25**
E18. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia darán a los clientes atención individual.	6	P18. Industria Marmolera Otavalo da a sus clientes atención individual.	5	-1
E19. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción operan en horarios convenientes para todos sus clientes.	6	P19. Industria Marmolera Otavalo opera en horarios convenientes para todos sus clientes.	7	1
E20. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia tendrán empleados que den a sus clientes un trato personalizado.	6	P20. La empresa Marmolera Otavalo tiene empleados que den a sus clientes un trato personalizado.	5	-1
E21. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia siempre tendrán en cuenta el principal interés de sus clientes.	6	P21. Industria Marmolera Otavalo siempre tiene en cuenta el principal interés de sus clientes.	7	1
E22. Los empleados de las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia comprenderán las necesidades específicas de sus clientes.	7	P22. Los empleados de Industria Marmolera Otavalo comprenden las necesidades específicas de sus clientes.	6	-1

Después de evaluar cada una de las 5 dimensiones se debe seleccionar cuál de estas dimensiones debería tener más peso o mayor importancia a la hora de evaluar la CALIDAD DEL SERVICIO. Para determinarla, se toma en cuenta que se trata de una industria dedicada a la venta de implementos para la construcción.

La **ponderación** para determinar que se desea fortalecer y que modelo de atención al cliente se desea realizar, debe ser una ponderación dada a cada una de las dimensiones y cuya sumatoria total será 100.

Tabla N° 9

INDICADOR DE CALIDAD DE SERVICIO.-

	Dimensiones SERVQUAL	**Ponderación**	**Puntajes Obtenidos**			**Puntajes Ponderados**		
Dimensión	**Descripción**	**Peso**	**Expectativas**	**Percepciones**	**Brecha**	**Expectativas**	**Percepciones**	**Brecha**
Tangibles	Analiza la apariencia de las instalaciones, materiales de comunicación y equipamiento.	15	6	6,25	0,25	90	93,75	**3,75**
Confiabilidad	Analiza la aptitud para entregar el servicio prometido de forma segura , precisa y confiable	40	6,40	5,40	-1	256	216	**-40**
Respuesta	Rapidez y predisposición de ayudar a los clientes.	5	6,5	6,25	-0,25	32,5	31,25	**-1,25**
Seguridad	Aptitud para transmitir confianza y seguridad.	5	6,25	5,75	-0,50	31,25	28,75	**-2,50**
Empatía	Atención individual que se proporciona a los clientes.	35	6,25	6	0,25	218,75	210	**-8,75**
		100						

El **Indicador de Calidad de Servicio,** que se obtuvo del puntaje total ponderado da como resultado el valor de -9,75.
Cuando el resultado del Indicador de Calidad de Servicio arroja un valor negativo indicará que las **expectativas** del cliente no están siendo cubiertas por la **percepción** del servicio que se le está prestando.

Si el Indicador de Calidad de Servicio diera como resultado un valor positivo se estaría superando las expectativas del cliente.

De las 5 dimensiones que se analizó se puede ya establecer de una forma más sólida cual es el punto más crítico sobre el cual Industria Marmolera Otavalo debe trabajar. La CONFIABILIDAD es sobre la cual se deben de poner los mayores esfuerzos y lograr recuperar la confianza de los clientes.

Planteamiento del modelo de atención al cliente.-

Una vez analizado el diagnóstico y estudiado los resultados del modelo SERVQUAL aplicado, se procede a la elaboración de un Modelo de Atención al cliente en el cual se detallan las funciones y las acciones que se deben cumplir según cada nivel dentro de la empresa.

No se puede manejar un solo concepto de Atención al cliente debido a que en la empresa se cuentan con varios niveles estructurales. En este caso se tiene un nivel en el que actúan específicamente la parte ejecutiva quienes deben tener plasmada su orientación hacia el cliente.

Los niveles intermedios en los que actúan directamente las diversas áreas, que en este caso hace referencia al área de ventas sobre quien recae la responsabilidad de recuperar la CONFIABILIDAD perdida por los clientes.

Finalmente se propone el modelo para los niveles iniciales, es decir enfocada a quienes constituyen o conforman la mano de obra directa y cuya función principal no es la de atender a los clientes.

EMPRESA
INDUSTRIA MARMOLERA OTAVALO
MODELO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

OBJETIVOS:

- Comprender, satisfacer, ayudar y servir a los clientes.
- Esforzarse por conocer y resolver los problemas del cliente.

ESTRATEGIAS:
Hacer de esto una actitud permanente

NIVEL EJECUTIVO

Establece una relación con perspectivas de largo plazo con los clientes.

Esto se logra promoviendo la organización interna de la empresa.
Una adecuada organización interna permite proporcionar una buena atención a los clientes.

Indaga proactivamente más allá de las necesidades que los clientes manifiestan en un principio.

Se toman iniciativas que anticipen el surgimiento de nuevas tendencias de mercado.

Establecer un seguimiento de compras de los clientes.

Mantiene una actitud de total disponibilidad con el cliente, brindando más de lo que éste espera.

El gerente debe estar presto a escuchar al cliente, el contacto directo con él promueve que se transformen en promotores espontáneos y voluntarios de los que hace la empresa.

Contacto mutuo sobre las expectativas y los niveles de satisfacción.

Planteamiento y ejecución de modelos de medición de calidad en el servicio como:

SERVQUAL
TQM

EMPRESA
INDUSTRIA MARMOLERA OTAVALO
MODELO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

OBJETIVOS:

- Comprender, satisfacer, ayudar y servir a los clientes.
- Esforzarse por conocer y resolver los problemas del cliente.

ESTRATEGIAS:
Hacer de esto una actitud permanente

NIVELES INTERMEDIOS

Se asegura de conocer adecuadamente las expectativas de los clientes cuando esto se logra el vendedor ha cumplido con su labor.

Diseño de estrategias que permitan al vendedor medir las expectativas generadas por los clientes.

Defiende y representa los intereses del cliente dentro de la empresa más allá de la relación formal establecida.

Basarse en acciones que impliquen la aplicación de normas éticas dentro y fuera de la empresa, equilibrando de esta manera las acciones dentro y fuera de la organización.

Realiza seguimientos de las necesidades de los clientes.

Aplicación de: buzones de sugerencia, encuestas periódicas a los clientes, entrevistas a grupos representativos, analizar a los clientes que cambiaron de proveedor.

Da inmediata respuesta al requerimiento de los clientes.

Priorizar los requerimientos del cliente.
Comunicación y atención en un espacio máximo de 24 horas.

EMPRESA
INDUSTRIA MARMOLERA OTAVALO
MODELO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

OBJETIVOS:

- Comprender, satisfacer, ayudar y servir a los clientes.
- Esforzarse por conocer y resolver los problemas del cliente.

ESTRATEGIAS:
Hacer de esto una actitud permanente

NIVEL INICIAL

Objetivo.- Demostrar sensibilidad por las exigencias de clientes potenciales externos o internos.

Gana clientes y logra que el cliente lo reconozca y aprecie su valor agregado y lo recomiende a otros.

El trabajo bien realizado por parte de los operarios genera excelentes opiniones de los compradores.

Diagnostica correctamente la necesidad y plantea soluciones adecuadas.

Los operarios se involucran con las necesidades del mercado y generan ideas novedosas y contribuyen con soluciones.

Atiende con rapidez al cliente pero con poca cortesía.

La función de los operarios no es la de atención al cliente.
Sin embargo se le proporciona la adecuada preparación.

Tiene escaso deseo de atender con rapidez y/o satisfacer las necesidades del cliente

El cliente interno tiene el interés primordial de realizar sus operaciones rápidas.
Sin embargo no separar la rapidez de la eficacia.

Conclusiones.-

Es importante para todas las empresas que deseen perdurar en el ambiente de los negocios tomar en cuenta la evolución que ha tenido el interés sobre las expectativas, y las percepciones que tienen hoy en día los clientes inmersos tanto en el mercado de tangibles como de intangibles.

La empresa que fue objeto de este estudio refleja claramente la necesidad latente que se tiene de lograr que el cliente vuelva a tener confianza y empatía sobre los servicios que ofrece la misma. Es conocido en el mundo que si la empresa desea sobreviva deberá empezar a conocer el valor que tienen los clientes. Conseguir clientes no es tarea fácil al igual que conservarlos, pues se debe tener en cuenta el amplio mercado y las varias elecciones que tiene tanto el cliente actual como el potencial cliente.

El cambio de mentalidad deberá nacer al entender que, el cliente no solo es una persona que acude a la empresa a adquirir un bien y satisfacer una necesidad o deseo al igual que se mencionó con el talento humano al cliente también se lo puede considerar como un activo que no solo genera ingresos en el presente sino que está en total y plena capacidad de generar ingresos para la empresa en un futuro.

Para que una empresa atraiga a un cliente necesita invertir grandes esfuerzos en crear, diseñar el producto, lanzarlo al mercado, invertir en publicidad, promociones, etc., Por lo que; no saber o no estar interesado en conservarlo determinaría el quiebre de la empresa por más que esta ofrezca productos de calidad.

Vasado en todos estos aspectos se concluye que el uso de un sistemas que genere la creación de un modelo de atención al cliente facilitará y logrará que la empresa tenga mayores probabilidades de retener y fidelizar a sus actuales consumidores.

Agradecimientos

Un agradecimiento al propietario de Industria Marmolera Otavalo, que proporcionó los datos necesarios para la realización del trabajo de investigación, de igual modo al Instituto Tecnológico de Zacatepec, por brindarnos la oportunidad de dar a conocer el presente artículo.

Referencias.-

→ S.P. Robbins. *Fundamentos de Administración: Conceptos esenciales y aplicaciones*; Pearson, México, 2002;Vol.1,23-43

→ J.A. Stoner; F .Edward. *Administración*; Prentice hall hispanoamericana SA, México, 1996

→ M. Alles. *Dirección estratégica de recursos humanos gestión por competencias: el diccionario*; Granica, Argentina, 2002

→ Gestiopolis. (12 julio 2014). Talento e innovación. Recuperado de **http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/gestion-del-talento-para-la-innovacion-tecnologica.htm**

→ Eumed. (13julio2014).Elclienteylaempresa. Recuperado de **http://www.eumed.net/libros/2011a/894/EL%20CLIENTE%20Y%20LA%20EMPRESA.htm**

→ D. Setó. *De la Calidad de Servicio a la Fidelidad Del Cliente*; ESIC, España, 2004

→ R. Huertas; R. Domínguez. *Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas*; Universidad de Barcelona, España, 2008

→ Sergio Martínez. (22 julio 2014).Calidad en el Servicio con SERVQUAL. Recuperado de **http://smartinez.me/2012/01/calidad-de-servicio-con-servqual-en-la-practica/**

Anexo A

Instrumento SERVQUAL

EXPECTATIVAS (E)	Puntaje
¿Cuáles son sus expectativas con referencia a los bienes tangibles de la empresa?	
E1. Una empresa que provea implementos para la construcción de excelencia dispondrá de equipamiento moderno.	
E2. Las instalaciones físicas de una empresa proveedora de implementos para la construcción serán visualmente atrayentes.	
E3. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción tendrán una apariencia cuidada y prolija.	
E4. En una empresa proveedora de implementos para la construcción se deberá contar con material visual como folletos o muestras visualmente atrayentes.	
EXPECTATIVAS (E)	**Puntaje**
¿Cuáles son sus expectativas con referencia a la confiabilidad de una empresa que ofrezca los mismos productos que la nuestra?	
E5. Cuando una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia promete hacer algo a tiempo, lo hace.	
E6. Cuando un cliente tiene un problema, una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia mostrará sincero interés en resolverlo.	
E7. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción brindarán un servicio correcto la primera vez.	
E8. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción brindarán un servicio en el tiempo prometido.	
E9. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción harán el mejor esfuerzo para tener notas de pedidos libres de errores.	
EXPECTATIVAS (E)	**Puntaje**
¿Cuáles son sus expectativas con referencia a la respuesta de una empresa que ofrezca los mismos productos que la nuestra?	
E10. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción informarán con exactitud a sus clientes el momento en el que serán brindados los servicios.	
E11. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia brindarán un servicio rápido a sus clientes.	
E12. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia estarán siempre dispuestos a ayudar a sus clientes.	
E13. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción nunca estarán ocupados al momento de responder a los pedidos de sus clientes.	
EXPECTATIVAS (E)	
¿Cuáles son sus expectativas con referencia a la seguridad de una empresa que ofrezca los mismos productos que la nuestra?	
E14. El comportamiento de los empleados en una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia siempre infundirá confianza.	
E15. Los clientes de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia se sentirán a salvo cuando realizan sus compras.	
E16. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia se comportará de manera cortés con sus clientes.	
E17. Los empleados de una empresa proveedora de implementos para la construcción de excelencia tendrán el conocimiento para responder las preguntas de sus clientes.	
EXPECTATIVAS (E)	
¿Cuáles son sus expectativas con referencia a la empatía de una empresa que ofrezca los mismos productos que la nuestra?	
E18. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia darán a los clientes atención individual.	
E19. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción operan en horarios convenientes para todos sus clientes.	
E20. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia tendrán empleados que den a sus clientes un trato personalizado.	
E21. Las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia siempre tendrán en cuenta el principal interés de sus clientes.	
E22. Los empleados de las empresas proveedoras de implementos para la construcción de excelencia comprenderán las necesidades específicas de sus clientes.	

DESCIFRANDO LOS PROCESOS DE CAMBIO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

M. Guerrero-Julio[1], F. Rueda-Calier[2]:

[1] Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bucaramanga – marlene.guerrero@ucc.edu.co; [2] Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bucaramanga – fabio.ruedac@campusucc.edu.co

***Área de participación**: Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen – La gestión de riesgos y controles en sistemas de información está determinada por varias dimensiones a nivel organizacional. Una de las principales es la dimensión cultural, la cual puede llegar en ocasiones a convertirse en un obstáculo para garantizar el éxito de las medidas diseñadas. Este artículo pretende explicar los diferentes aspectos de la cultura organizacional que pueden ser críticos al momento de gestionar los riesgos y controles en los sistemas de información. De igual manera, planteará los procesos de cambio necesarios para motivar un compromiso de parte de la cultura organizacional hacia esta labor.

Introducción

La gestión de riesgos y controles en sistemas de información, permite a las organizaciones proteger los activos relacionados con la información y con los Sistemas de información, debido a que incluye una serie de estrategias que les permiten actuar ante determinadas amenazas. No obstante, aunque las directivas de las organizaciones parecieran preocuparse por que se desarrollen investigaciones orientadas a esta necesidad, no logran que los actores de los procesos de cambio se involucren en su implantación [1] [2].

Uno de los principales factores que ocasiona esta situación tiene que ver con la cultura organizacional y su disposición ante los riesgos. Es decir, pareciera que las personas involucradas en la Gestión de riesgos y controles en Sistemas de Información no incorporaran la necesidad de cambiar y de aplicar medidas para la protección de los activos organizacionales [3] [4].

Un acercamiento a la cultura organizacional para la gestión de riesgos y controles en Sistemas de Información

Schein [5] define la cultura organizacional como:

"*un modelo de presunciones básicas presentadas, descubiertas o desarrolladas por un grupo dado al ir aprendiendo a enfrentarse con sus problemas de adaptación externa e integración interna que hayan ejercido la suficiente influencia para ser consideradas*

válidas y, en consecuencia ser enseñadas a los nuevos miembros como el modo correcto de percibir, pensar y sentir esos problemas".

Teniendo en cuenta la definición de Schein, es posible afirmar que las organizaciones están en capacidad de cambiar su cultura organizacional, pero para hacerlo necesitan aprender nuevas y mejores formas de enfrentarse a los problemas y validarlas en el contexto social en el que se encuentran inmersas, de manera que, los nuevos miembros de la organización continúen aplicándolas.

No obstante, el primer punto de partida para propiciar la transformación es precisamente reconocer el modelo de presunciones básicas y la forma como afecta el comportamiento y la forma de actuar de la organización.

De acuerdo con Ackoff [6], las presunciones básicas de una cultura organizacional son modelos de comportamientos asumidos y reconocidos que posteriormente son transferidos a nuevos miembros como la manera correcta de actuar. Una forma de acercarse al modelo de presunciones básicas de la cultura organizacional para la gestión de riesgos y controles en sistemas de información debe tomar en cuenta los seis aspectos sugeridos por Hall [7].

- Comportamientos Observados
- Normas que se desarrollan
- Valores dominantes
- Filosofía
- Reglas de juego
- Ambiente laboral

La mayoría de las normas que se desarrollan en las organizaciones están basadas en la premisa de que las personas participarán y se comprometerán. Sin embargo, la mayor parte del tiempo, los riesgos que se presentan tienen que ver con las personas que utilizan los sistemas de información. La información presentada en el cuadro 1 está basada en las encuestas realizadas por en el Global Information Security survey [8] y por las investigaciones relacionadas en [9].

Cuadro 1. Modelo de presunciones de la cultura organizacional para la gestión de riesgos

Comportamientos observados
Las personas conciben que la gestión de riesgos es importante para la organización.
Los directivos no están dispuestos a cambiar sus presupuestos para gestionar riesgos.
El personal no está capacitado para enfrentar los riesgos relacionados con los sistemas de información.
No existe un departamento destinado a la gestión de riesgos de TI.
Normas que se desarrollan
Todo el personal debe concientizarse de los procesos de gestión de riesgos.
El ecosistema de gestión de riesgos sólo será posible con la colaboración de

todo el personal implicado. ***Valores dominantes*** Las personas no reconocen a la información y la tecnología como un activo crítico. Existen diferentes percepciones sobre el impacto de los riesgos. ***Filosofía*** Los riesgos ocasionan pérdidas y baja competitividad. Se debe adoptar un modelo de gestión de riesgos, realimentación, mejora continua y gestión del conocimiento de riesgos. ***Reglas de juego*** Invalidación, inducción, motivación y compromiso. ***Ambiente laboral*** Cambios en el entorno organizacional que posibiliten la prevención de los riesgos y la reacción adecuada a los mismos. Generación de un ambiente proactivo en la gestión de riesgos.

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar, generalmente existen discrepancias entre los comportamientos observados, los valores dominantes y las normas establecidas y es por ello que aunque exista una filosofía en torno a la gestión de riesgos, ella no es adoptada por todos los miembros de la organización.

El Proceso de Cambio

Schein (1991) propone tres sub procesos que se deben llevar a cabo en las personas para que haya un adecuado proceso de cambio en la cultura organizacional: la invalidación, la inducción y la motivación. Para efectos de este trabajo se propondrá que además de los tres sub procesos definidos por Shein, para el cambio en la cultura asociada a la gestión de riesgos y controles, se debe llevar a cabo un último sub proceso denominado “compromiso” (ver figura 1).

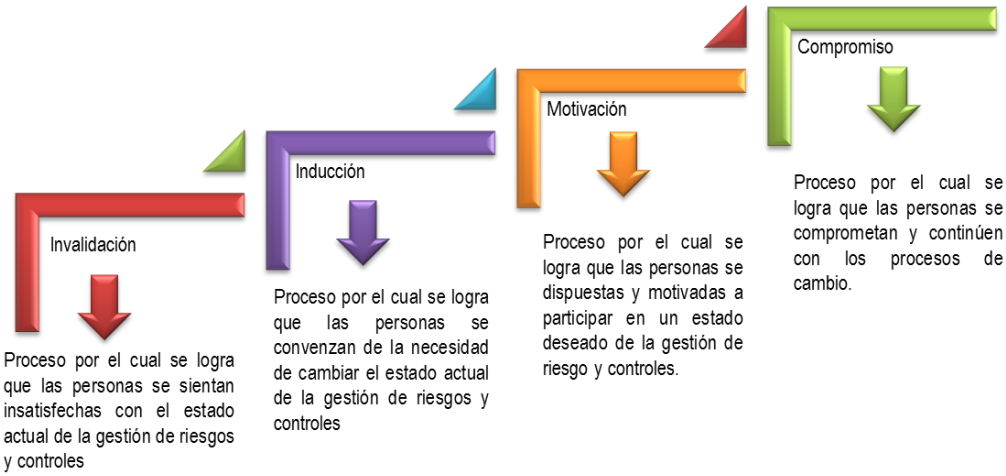


Figura 1. Sub procesos para el cambio en la cultura asociada a la gestión de riesgos y controles en sistemas de información.
Fuente. Elaboración Propia.

Teniendo esto presente, entonces ¿Cómo se pueden propiciar los cuatro subprocesos de cambio en la cultura organizacional?

La Invalidación, inducción y motivación

Los procesos de invalidación, inducción y motivación en la cultura organizacional asociada a la gestión de riesgos y controles, implican el reconocimiento de dos perspectivas subyacentes: lo que debe proveer la organización y lo que es responsabilidad de los empleados. Es importante que en ambas perspectivas, el personal y la dirección identifiquen aquellos elementos que están causando insatisfacción o que no se están desarrollando de forma adecuada y que requieren de cambio.

La primera perspectiva está orientada a descubrir qué tan comprometida está la gerencia de tecnología de información en fomentar acciones estratégicas para la gestión de riesgos y controles en sistemas de información. Por su parte, la segunda perspectiva está ligada determinar que tanto conocen los empleados sobre sus obligaciones en este aspecto.

Perspectiva 1. Lo que debe proveer la organización

Si bien es cierto que la organización debe contar con un modelo de gestión de riesgos y controles en sistemas de información, este por sí sólo no garantizará su aplicación. Es en este punto donde la gerencia de tecnologías de la información debe contar con la experiencia y las habilidades apropiadas para definir, implantar y monitorear los planes previstos en el modelo. Teniendo esto presente, la gerencia de TI debe destinar acciones orientadas a satisfacer las necesidades que se describen a continuación:

- Seleccionar o diseñar un modelo de gestión de riesgos para Sistemas de Información. La organización debe seleccionar o diseñar su propio modelo, de manera que este le permita especificar las actividades necesarias para gestionar los riesgos y controles en sus sistemas de información.
- Diseñar sesiones de capacitación. La única forma de exigir responsabilidad por parte de los actores de los Sistemas de Información, es estableciendo estrategias de capacitación sobre la forma como deberán actuar en caso de la ocurrencia de un riesgo que comprometa los activos de la organización asociados a los mismos.
- Medir el desempeño de los Sistemas de Información. La organización debe medir el desempeño y la capacidad de sus sistemas de información, de manera tal que se pueda determinar en qué momento no están actuando en el nivel requerido y de acuerdo con ello, tomar las medidas necesarias. Dichas medidas pueden ir desde dar prioridad a las tareas hasta diseñar prácticas adecuadas para la asignación de recursos y planes de contingencia.
- Garantizar la existencia de planes de contingencia. La organización deberá contar con planes para reaccionar ante contingencias y ellos deberán ser comunicados a todo el personal.
- Aplicar estándares para la adquisición o actualización de los sistemas de información que apoyan los procesos de negocio.

- Identificar las amenazas y vulnerabilidades asociadas a los sistemas de información.
- Analizar el impacto, justificación costo/beneficio y administración de requerimientos en caso de actualizaciones a sistemas existentes.
- Involucrar al personal en el diseño de las políticas de seguridad.

Perspectiva 2. Lo que es Responsabilidad de los Empleados

El reconocimiento de las resistencias psicológicas y sociales permite a los individuos reestructurar su comportamiento e identificar sus fortalezas y debilidades. Es por ello que en los procesos de invalidación, inducción y motivación, se deben develar los elementos de la gestión de riesgos y controles en los sistemas de información que son responsabilidad de los empleados y que se pueden estar desarrollando de forma inadecuada o desventajosa.

Lo anterior, propiciará esquemas motivacionales orientados a:

- Adaptar patrones para la ejecución de los procesos asociados a la gestión de riesgos y controles.
- Empoderarse de las políticas de seguridad. Cumplir con las medidas de control establecidas por la organización.
- Identificar, documentar y analizar los riesgos asociados con sus procesos del negocio.
- Participar en las capacitaciones desarrolladas por la organización para lo relacionado con riesgos de tecnología de información.

La revisión de ambas perspectivas desde una mirada objetiva de la organización, propiciará los procesos de cambio (inducción) y permitirá que el personal apropie su responsabilidad en la gestión de riesgos.

El Compromiso

Si bien es cierto que el compromiso es personal, para que exista se requiere de capacitación y cambio. Lo primero permitirá que los empleados estén preparados para enfrentarse a los riesgos y que reconozcan e involucren con los procesos de gestión definidos por la organización. Dicho reconocimiento posibilitará un proceso de transformación (cambio) que inducirá una madurez en la cultura organizacional.

Conclusiones

Las organizaciones deben comprender que el primer paso para garantizar una exitosa implementación de un modelo para la gestión de riesgos, es lograr que los miembros de la organización se involucren con los procesos y medidas de seguridad.

El proceso de transformación de la cultura organizacional asociada a la gestión de riesgos y controles en sistemas de información requiere de la invalidación de las

creencias y de los esquemas de actuación, cuando estos no conllevan a niveles de seguridad acordes con las metas y objetivos estratégicos de la organización.

Una vez que se hayan invalidado estos comportamientos en la cultura organizacional, se deben propiciar procesos de inducción y motivación a través de capacitaciones y casos de estudio sobre el impacto de los riesgos en los activos de la organización, para que el personal reconozca la importancia de la gestión de riesgos.

Por último, el compromiso es fundamental para que el proceso de transformación complete su ciclo y para que la cultura organizacional aprenda a enfrentar los riesgos y a prevenirlos.

Referencias

1. S. Singh; R. Brewer. The evolution of risk and controls From score-keeping to strategic partnering [Online]. KPGM International, 2008. Disponible en: http://sociedaddelainformacion.wordpress.com/category/seguridad/gestion-de-riesgos/.
2. PricewaterhouseCoopers. Managing Risk: An Assessment of CEO Preparedness. [Online]. Estados Unidos, 2004. Disponible en: http://www.pwc.com.
3. C. Hirsch & J-N. Ezingeard. Perceptual and cultural aspects of risk managemente alignment: a case study. Journal of information System security, 2009.
4. D. Straub & R. Welke. Coping with systems risk: Security planning models for management decision making. MIS Quarterly, 1998. Pág. 441-469.
5. E. Schein. Psicología de la Organización. Editorial Prentice-Hall, México.1991
6. R. Ackoff. El paradigma de Ackoff: Una administración sistémica. Editorial Limusa. 2002.
7. R. Hall. Organizaciones –estructuras, procesos y resultados. Prenticehall. México, 1996.
8. Ernst & Young. Global Information Security Survey: 2015 Results by Industry [Online]. Estados Unidos, 2015. Disponible en http://www.pwc.com/gx/en/consulting-services/information-security-survey/ .
9. J. Soon Lim; S.Chang; S. Maynard & A. Ahmad. Exploring the Relationship between Organizational Culture and Information Security Culture. Department of Information Systems The University of Melbourne, Australia, 2009.

ENFOQUES DIDÁCTICOS AL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO INFORMÁTICO (COMPUTATIONAL THINKING) EN LA EDUCACIÓN ESCOLAR USANDO LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

M. Černochová, T. Jeřábek

Universidad Carolina en Praga, Facultad de Educación, Departamento de Tecnologías Informativas y Educación Técnica, República Checa – miroslava.cernochova@pedf.cuni.cz, tomas.jerabek@pedf.cuni.cz

***Área de participación**: Un curso de la educación informativa e informática para los maestros de las escuelas primarias y secundarias*

Resumen – El curso está diseñado para todos aquellos que están interesados en el uso de las TIC/tecnologías digitales (TD) en la enseñanza escolar. La parte teóretica del curso se dedica a explicar los conceptos didácticos fundamentales, la importancia de integrar las TIC/TD, los fundamentos de la informática en la enseñanza escolar y como integrar las TD en el aprendizaje y los planes de estudios. Presentaremos atención a la actual inclusión de las TD y los fundamentos de informática en los planes de estudios de países de la Unión Europea (Eslovaquia, Gran Bretaña, Irlanda, etc.), Rusia, EE.UU., Australia etc.; introduciremos el papel de las TIC/DT en la enseňaza en la República Checa y las iniciativas de las distinguidas asociaciones internacionales las cuales se dedican a las ICT in educación (IFIP, ACM y UNESCO).

En el curso se utilizarán y presentarán los resultados de diferentes investigaciones relacionadas con la alfabetización digital, la práctica en las escuelas y experiencias de población escolar con las TD. Los participantes del curso tendrán la oportunidad de familiarizarse teórica y prácticamente con algunos métodos para desarrollar ideas y conocimientos de conceptos básicos de las TIC e informática. Prestando atención también a las aplicaciones tanto de e-learning como on-line o del apoyo escolar, de los recursos educativos abiertos (REA) y de realidad aumentada (RA). La parte práctica prosigue con temas como la programación y el aprendizaje con juguetes digitales o el desarrollo y diseňo de mapas intelectuales y conceptuales. Vamos a dedicar al concepto de RA. Mencionaremos algunos impactos negativos de las TD en el desarrollo del cerebro humano (especialmente de los niňos) y en los procesos intelectuales (demencia digital). A la conclusión del curso se presentarán las diferentes perspectivas en la educación informática y propuestas de modelos de educación escolar para las futuras generaciones.

Tema 1: Principios de la didáctica de la educación informativa e informática (el concepto de la didáctica)

El tema se concentra en las bases teóricas de una didáctica enfocada a necesidades y específicas de educación de asignaturas orientadas en TIC/TD o informática en escuelas básicas o secundarias. Este tema contribuye al desarrollo de conocimientos didácticos de los maestros para estar ser capaz de cumplir objetivos de la educación informativa en el uso de TIC/TD en la práctica escolar. El tema introduce métodos innovadores, principios didácticos y sus específicas en la educación informativa, los enfoques constructivistas a métodos para apoyar actividades creativas de los alumnos. Explotaremos una inspiración en la obra de Jan Amos Comenius. El tema se concentra en específicas del triángulo didáctico y la transformación didáctica de contenido en la educación informativa, incluyendo de los métodos diagnósticos para evaluar el trabajo de alumnos y maestros e impactos de esta educación al aprendizaje de los alumnos. Un enfásis se pone en la comprención de “creación como una manera del proceso de conocimiento” (J. Slavík et al., 2014).

Tema 2: Enfoques didácticos aplicables en la educación de varios temas de las TIC o informática (el concepto del pensamiento informático)

El tema ofrece ejemplos específicos y prácticos y también algunas situaciones pedagógicas de varios asuntos de informática y las TIC. Estos ejemplos se enfocan sobre todo en actividades de grupos de estudiantes sin la necesidad del uso de las tecnologías digitales. La atención en este tema se paga a las actividades publicadas en el web CSUnplugged y las tareas lógicas de informática diseňadas para la competencia internacional "iBebras".

Tema 3: Enfoques constructivistas aplicables en la educación de las TIC o informática (el concepto de la cultura de Logo)

El tema explica conceptos del constructivismo (V-teoría), construccionismo (N-teoría) y tres principios de la cultura de Logo. Se presta atención al papel de las ideas de Jean Piaget, Seymour Papert y Lev Semjonovič Vygotskij. Para entender las ideas de Seymour Papert, especialmente su idea de la importancia del mundo de ordenadores para aprendizajes de niňos, es necesario tratar una historia y de la filosofía de lengua Logo y de otras lenguas de programación. Conjuntamente con Logo se va a mencionar una tipología de lenguas de programación educativas y realizar algunos ejercicios en Scratch y otros ejemplos de lenguas de programación educativas y con juguetes digitales.

Tema 4: Las TIC/TD como herramientas para visualización y formación de asociaciones de ideas (el concepto de alfabetización y cultura visual, la realidad aumentada)

El tema se dedica a las posibilidades de utilización de las TIC en el proceso de aprendizaje y conocimiento de alumnos con un objetivo desarrollar su pensamiento e identificar las TIC como una herramienta para resolver problemas. Las cuestiones del desarrollo de mapas conceptuales y su uso para diagnosticar y evaluar conocimientos de los alumnos forman parte importante de este tema.

En este tema vamos a introducir y explicar el concepto de la realidad aumentada.

Tema 5: Tecnologías de acceso libre en la educación

La meta educativa de este tema es dar a conocer a los maestros, con una base teórica y práctica las aplicaciones educativas de las tecnologías informáticas y de la comunicación, un ambiente de enseñanza virtual y facilitarles prácticamente ensayar algunos modelos de formación en un ambiente virtual en el papel del estudiante, maestro y autor; diseñar y proyectar algunos ejemplos de situaciones educativas apropiadas a las tecnologías digitales para comunicar y colaborar, distribuyendo contenidos de enseñanza, activar a los estudiantes y evaluar el proceso de su aprendizaje y enseñanza. En el curso se presta atención al tema de los objetos de enseñanza y sus propósitos.

Bibliografía recomendada

54. BELL, T., WITTEN, I.H., FELLOWS, M. (2008) *Unplugged Computer Science. Un programa de extensión para niños de escuela primaria.* Diciembre 2008. Available on: http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CS_Unplugged-es-12.2008.pdf
55. *Centre for Educational Research and Innovation (CERI) - The OECD Schooling Scenarios in Brief.* Available on: http://www.oecd.org/document/10/0,3746,en_2649_39263231_2078922_1_1_1_37455,00.html
56. *Constructionist approach to creative learning, thinking and education: Lessons for the 21st century. Proceedings.* 12th European Logo Conference, 16-20 August 2010, Paris. (Eds.) J. E. Clayson, I. Kalaš
57. DOCKTERMAN, D.A. (1990) *Great Teaching in the One Computer Classroom.* Tom Snyder Productions, 1990.
58. DOUGIAMAS, M. *A Journey into Constructivism.* Available on: http://dougiamas.com/writing/constructivism.html
59. EC (2009) HIGEL, A. et al. *Progress towards the Lisbon objectives in education and training.* Indicators and benchmarks. 2009.

60. HUTMACHER, W. (2001) *Visions of Decision-Makers and Educators for the Future of Schools - Reactions to the OECD Scenarios.* In What Schools for the Future? Paris: OECD/CERI, 2001, s. 231-242.
61. KAFAI, Y.B., PEPPLER, K.A. (2011) *Youth, Technology, and DIY : Developing Participatory Competencies in Creative Media Production.* In: Review of Research in Education. Available on: http://rre.sagepub.com/content/35/1/89.
62. KALAŠ, I. et al. (2013) Premeny školy v digitálnom veku. Slovenské pedagogické nakladateľstvo : Prešov, 2013.
63. KALAŠ, I. (2011) Recognizing the potential of ICT in early childhood education. Analytical survey. UNESCO, 2011.
64. KALAŠ, I., KABÁTOVÁ, K., MIKOLAJOVÁ, K., TOMCSÁNYI, P. (2011) *Konštrukcionizmus od Piageta po školu v digitálnom veku.* Hlavní referát na DIDINFO 2011. Banská Bystrica.
65. OECD (2001) *Scenarios for the future schooling.* Chapter 3.
66. OECD (2006) *Think Scenarios, Rethink Education. Schooling for Tomorrow.* ISBN-92-64-02363-1.
67. OLCOS (2012) *Open Educational Practices and Resources.* (Ed.) G. Geser. OLCOS Roadmap, 2012.
68. NOVAK, J.D., CAÑAS, J.A.(2008) *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them.* Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 2008-01. Available on: http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm
69. The Royal Society (2012) *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools.* Available on: http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf
70. RUSK, N., RESNICK, M., BERG, R., PEZALLA-GRANLUND, M. (2008) *New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation.* Journal of Science Education and Technology, vol. 17, no. 1, pp. 59-69. Available on http://web.media.mit.edu/~mres/papers/NewPathwaysRoboticsLLK.pdf
71. SEMENOV, A., RUDČENKO, T., ŠEGLOVA, O. (1997) *Informatica: Mathematical basics of thinking and communications. Worksheet 1-4.* Moscow : INT, 1997.
72. SEMENOV, A. (2005) *ICT in Schools. A Handbook for teachers.* UNESCO, 2005. Ed. J.Anderson. http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028e.pdf
73. SLAVÍK, J. et al. (2014) Tvorba jako způsob poznání. Karolinum : Praha, 2014.
74. SPITZER, M. (2012) Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. Droemer, München 2012.
75. TAYLOR, R. P. (1980) In: R. P. Taylor (Ed.) *The computer in school: Tutor, tool, tutee* (s.1-10). New York: Teachers College Press, 1980. Available on: http://www.citejournal.org/articles/v3i2seminal1.pdf
76. TAYLOR, R. P. (2003) *Reflections on The Computer in the School. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* [Online serial] 3(1), 2003. [cit.12.9.2009]. Available on: http://www.citejournal.org/vol3/iss1/seminal/article2.cfm

WWW

http://iste.org
http://archive.futurelab.org.uk/projects/
http://www.statpedu.sk/sk/Uvod.alej
http://edusummit.nl/
http://csunplugged.org/
http://scratch.mit.edu/
http://www.literacyfromscratch.org.uk/

La actividad turística en ecosistemas de montaña y su incidencia en el desarrollo sostenible. Caso Montañas de Guamuhaya. Cuba.

MsC. E. Cabrera Alvarez [1], **PhD. L. Díaz Gispert** [2], **MsC. LL. Portela Peñalver** [3]

[1]Universidad de Cienfuegos, Ave. 32 # 4903-A e/ 49 y 51. Cienfuegos. Cuba elita@ucf.edu.cu ;
[2]Universidad de Cienfuegos- llportela@ucf.edu.cu; [3]Universidad de Cienfuegos-Universidad de Otavalo. Ecuador-lidiadg2914@hotmail.com

***Área de participación**: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen –

El desarrollo sostenible, es uno de los temas medulares en las discusiones y debates sobre desarrollo turístico. El creciente desarrollo del turismo, en general y comunitario en particular, ha favorecido el surgimiento de estudios exploratorios descriptivos, que exteriorizan las características esenciales de indicadores afines a esta actividad, con repercusión no solo en la dimensión económica del desarrollo sostenible , sino también en las dimensiones ambiental, social y cultural. Dichos estudios son de particular interés para la prospectiva turística y para el conjunto de acciones estratégicas que de ella se derivan.

En Cuba se desarrolla un Programa Nacional Científico Técnico Integral, llamado Plan Turquino, en las zonas montañosas de difícil acceso. Este programa, permite crear las bases del desarrollo sostenible de los territorios montañosos, y tiene como objetivo principal, diseñar, poner en práctica y evaluar modelos de desarrollo socioeconómico sostenibles en los ecosistemas montañosos, que tengan en cuenta la participación local y el manejo racional del medio ambiente.

Es objetivo de este trabajo, realizar un estudio retrospectivo sobre el comportamiento de los indicadores más representativos de la actividad turística, del ecosistema montañoso Guamuhaya (Cumanayagua-. Cienfuegos) durante el período 2001-2013, y establecer el pronóstico de la cantidad de turistas/días para el trienio 2014-2016. Estos resultados pueden ser utilizados como referencia en el diseño de estrategias locales de acuerdo al perfil del desarrollo local sostenible.

Introducción

Durante siglos, la humanidad ha dependido de las zonas montañosas, las cuales han desempeñado un importante papel en el curso de los procesos económicos, políticos e históricos de numerosas naciones. Constituyen además, la principal fuente de aguas dulces, favoreciendo a una buena parte de la biodiversidad del planeta. Poseen enormes recursos forestales, minerales y agrícolas, a la vez que son reguladoras del clima de la Tierra y liberan grandes cantidades de oxígeno, absorbiendo el dióxido de carbono. En estas regiones, se distingue su potencial eco turístico, los parques naturales y el notable paisaje unido a un clima agradable sin variaciones sensibles.

La noción sobre desarrollo sostenible, eje conceptual de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en 1992, tiene su antecedente más importante en el "ecodesarrollo" que se formulara en Estocolmo en 1972, como desarrollo compatible con la preservación ambiental.

El desarrollo sostenible de las montañas se encuentra muy amenazado a causa de las enormes presiones que sobre estos frágiles ecosistemas ejercen la industria, la agricultura, el turismo, la minería y la expansión urbanística. Por otra parte, la tala indiscriminada de los bosques, por disímiles razones, estimula la deforestación de extensas superficies, provocando que en las laderas descubiertas, el agua arrastre grandes cantidades de suelo fértil, que suele llegar a las cuencas hidrográficas. Tal erosión transforma el paisaje y provoca deslizamientos, desprendimientos e inundaciones.

Existen diversos puntos de vista acerca del término ecoturismo. Muchas veces se utiliza para identificar una forma de turismo en la que la motivación de los visitantes, y las ventas asociadas, se centran en la observación de la naturaleza. No obstante, este sector general del mercado recibe el nombre de “turismo orientado a la naturaleza”. Sin embargo, el verdadero “ecoturismo”, requiere un enfoque preventivo para mitigar lo negativo y reforzar los impactos positivos del turismo de naturaleza. La Sociedad Internacional de Ecoturismo lo define como *el viaje responsable a zonas naturales que conserva el ambiente y sustenta el bienestar de la población local* [1].

En Cuba, durante varios años, tanto el turismo urbano como rural, se ha considerado como un instrumento de gran beneficio para el desarrollo local.
La presencia de la actividad turística en el país, que se fortaleció con el redimensionamiento de la economía, a principios de los años 90, ubicaron al turismo en una de las principales fuentes de ingreso en divisas [2].
No obstante, la actividad turística, puede tener efectos positivos y negativos, por esta razón, se requiere de un turismo responsable que practique la educación ambiental, sobre la base de la conservación y el mantenimiento de la cultura local, además de llevar consigo oportunidades económicas a los países y las comunidades, evitando acciones que puedan extinguir los recursos naturales, degradar el hábitat y generar desperdicios que promueven la contaminación.

Los principales grupos orográficos de Cuba, son la Cordillera de Guaniguanico, las montañas de Guamuhaya, la Sierra Maestra y las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa, localizadas al occidente, centro y las dos últimas al oriente del país, respectivamente.

El presente estudio se ubica en el ecosistema montañoso Guamuhaya, perteneciente al municipio de Cumanayagua, de la provincia de Cienfuegos. Dichas montañas, también denominadas *Escambray*, están localizadas hacia el sur de la región central de Cuba y muestran un vigoroso relieve, sólo superado por el de la Sierra Maestra.

Fundamento teórico: La incidencia de la actividad turística en el desarrollo sostenible de las regiones montañosas de Cuba, precisa el perfeccionamiento de estrategias que propicien mejoras en la planificación, el desarrollo, la comercialización y el manejo de los recursos y las instalaciones, donde los modelos estadísticos se convierten en una valiosa herramienta para el logro de este objetivo. Los resultados arrojados por estos métodos, deben ser tomados en cuenta, por su repercusión en las dimensiones económica, ambiental, social y cultural del desarrollo sostenible.

Objetivos: Analizar el comportamiento de los indicadores más representativos de la actividad turística en el ecosistema Montañas de Guamuhaya (Cumanayagua-Cienfuegos), durante el período 2001-2013 y establecer el pronóstico para el trienio 2014-2016.

Material y métodos: Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo que incluyó 13 años. Los valores promedios obtenidos toman como referencia el valor de la mediana, por la presencia de valores extremos en las variables analizadas, las que se identifican como: turistas/días extranjeros (M), presupuesto de ingresos por ventas en divisas (MCUC), presupuesto de gastos (MCUC) y ventas totales nacionales (MP). Para la variable turistas/días extranjeros se realizó un análisis de series de tiempo con el objetivo de analizar su comportamiento durante el período de estudio, así como establecer un pronóstico para los próximos tres años.
En la determinación de la dirección de la tendencia se tuvo en cuenta la presencia de valores extremos y se suavizaron los efectos ajenos a la tendencia, estacionalidad y efectos aleatorios.[3]
Para realizar el pronóstico, se seleccionó el modelo Suavización exponencial cuadrática de Brown con un parámetro, luego de la comparación entre cinco modelos candidatos, tanto en el período de estimación como en el de validación.

En la determinación de la idoneidad del modelo se realizaron las pruebas de corridas excesivas arriba y abajo, corridas excesivas arriba y abajo de la mediana, pruebas de Box-Pierce, y para la diferencia entre medias y varianzas de la 1ra mitad y 2da mitad. Dichas pruebas se consideraron no significativas ($p \geq 0,05$). La estimación de las autocorrelaciones a diferentes retrasos permitió establecer que la serie es significativa. La comparación de los modelos, con un intervalo anual y 3 períodos retenidos para la validación, se obtuvo según el modelo seleccionado (Suavización exponencial cuadrática de Brown) con valor alfa = 0,4921.

Por último, se realizó el pronóstico para la cantidad de turistas/días extranjeros en el período 2014-2016 y mediante la interpretación del correlograma de los residuos se analizó la significación de los mismos. Al examinar la capacidad de pronóstico del modelo seleccionado, se reservaron los valores correspondientes de los años 2011, 2012 y 2013.
El procesamiento de la información se realizó con el paquete de programas Statgraphics Centurión XV.

Resultados y Discusión

Caracterización de la región de estudio.

El turismo de montaña, a partir de las potencialidades productivas que encierran dichos espacios, ha sido promocionado, teniendo en cuenta los excepcionales escenarios de naturaleza singular que exhiben las montañas cubanas, las cuales juegan un importante papel en la materialización del desarrollo sostenible, especialmente si se logra una gestión integral en el desarrollo turístico.

Las condiciones geólogos – geomorfológicas de las montañas, hacen de estas un territorio único en el que la naturaleza se empeñó en dotar de disímiles y grandes atractivos, que constituyen un alto potencial para la práctica del turismo en diferentes modalidades vinculado fundamentalmente al disfrute de la naturaleza [4].

Tabla No. 1. Áreas protegidas y su manejo para la explotación turística. Fuente: OTE, 2010

Áreas con valores naturales a proteger	**Categoría de Manejo**	**Ubicación (Cuenca)**
Pico San Juan	RE	Cuenca Cársica
Aguacate - Boca de Carreras	END	Cabagán
Cueva Martín Infierno	END	Hondo
Cafetal-Mataguá-Cabeza del Muerto	PNP	Arimao San Juan
Valle de Yaguanabo	APRM	Yaguanabo

Leyenda: RE: Reserva Ecológica END: Elemento Natural Destacado PNP: Paisaje Natural Protegido APRM: Área Protegida de Recursos Manejados

El ecosistema montañoso Guamuhaya, es uno de los más importantes ecosistemas montañosos en el país. Sus características propias le confieren gran fragilidad y vulnerabilidad. Dentro del mismo, la región de estudio, ocupada por el municipio de Cumanayagua en Cienfuegos, cuenta con un total de 33 asentamientos poblacionales que se agrupan en 7 Consejos Populares.

El Consejo Popular Crucecitas, ubicado al sureste de la cabecera municipal de Cumanayagua, es el único de esa región montañosa que tiene desarrollo turístico (Desparramados del Nicho). Desde su fundación en 1994, la instalación turística El Nicho, perteneció al Grupo de Recreación y Turismo ¨Rumbos¨. Actualmente es atendida por el Grupo de Recreación, Palmares. En dicha instalación se ha logrado desarrollar un turismo de senderos.

La región es eminentemente montañosa, a 650 m sobre el nivel del mar; se ubica en la subcuenca del río Hanabanilla, con una extensión de 63 km^2. Existen en la zona, gran variedad de fenómenos cársicos, cuevas y manantiales y la fauna es abundante. Se reconocen siete puntos de interés: Cueva La Trampa, Cueva del Agua, Cueva Severino, Cueva El Calvo, Hoyo de Guayabal, Salto de los Esparramaderos, Poceta del Chorro de Agua, Poceta del Puente y Poceta del Farallón. Estos recursos, tienen un deterioro por el incorrecto manejo en la forma de operación, además de los fenómenos meteorológicos que los han afectado, lo cual ha ocasionado pérdidas de pocetas naturales, no obstante es el único recurso explotado en la montaña por el turismo. (Rodríguez, 2009)

Resultados estadísticos obtenidos

En su modalidad como turismo de naturaleza o ecoturismo, la instalación turística El Nicho, ha estado vinculada desde sus inicios con la comunidad. Sus resultados en el desarrollo del producto turístico han logrado determinados beneficios en el entorno natural y el ámbito social, de forma paulatina, produciéndose un salto en los resultados de los indicadores económicos y el crecimiento sustancial de los visitantes a lo largo del período de análisis.

El comportamiento de la cantidad de turistas que visitaron los Desparramados del Nicho, fue inestable con altas y bajas provocadas entre otras causas por el mal estado de los viales. En el año 2001, solo visitaron la instalación turística 900 turistas/días extranjeros. A partir del año 2002, este indicador, mostró cambios favorables, produciéndose un abrupto incremento de 15 300 turistas más, con respecto al año anterior. A partir de 2002, el comportamiento de los turistas/días extranjeros tuvo altas y bajas hasta el año 2008, donde se observa un incremento sostenido hasta el año 2011. En 2012, visitaron el Nicho, 1 700 turistas menos que en el año anterior, situación que se supera considerablemente en el año 2013, como puede observarse en la Figura No. 1.

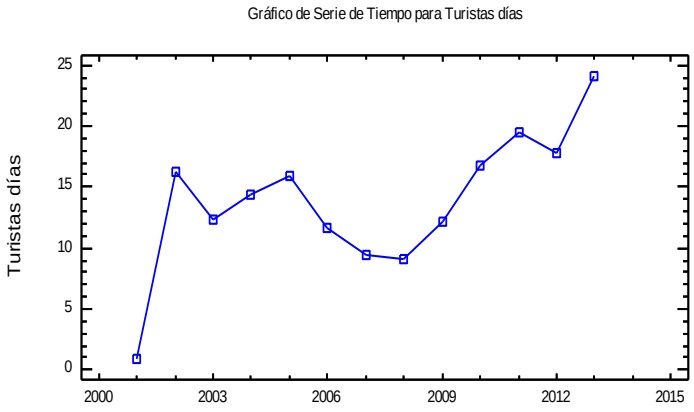


Fig. No.1 Gráfico de tendencia. Turistas días extranjeros. 2001- 2013. Fuente Balances CITMA [6]

Según los estadísticos descriptivos de resumen, en el período 2001-2013, visitaron la instalación turística El Nicho, 14,3 mil turistas días extranjeros como promedio, con un rango de variación de 23,23 turistas, con respecto al promedio. Ver Tabla No.2

Tabla No.2. Resumen Estadístico para Turistas /días

Recuento	13
Promedio	13.8562
Mediana	14.3
Desviación Estándar	5.71612
Coeficiente de Variación	41.2533%
Mínimo	0.9
Máximo	24.13
Rango	23.23
Sesgo Estandarizado	-0.790277
Curtosis Estandarizada	1.06788

Durante el período 2008 al 2013, otros resultados muestran que el comportamiento del presupuesto de ingresos a lo largo del período, mantuvo una tendencia creciente, mientras el presupuesto de gastos, que disminuyó notablemente de 2009 a 2010, mantuvo un comportamiento desfavorable hasta 2013, según se aprecia en la Figura No.2.

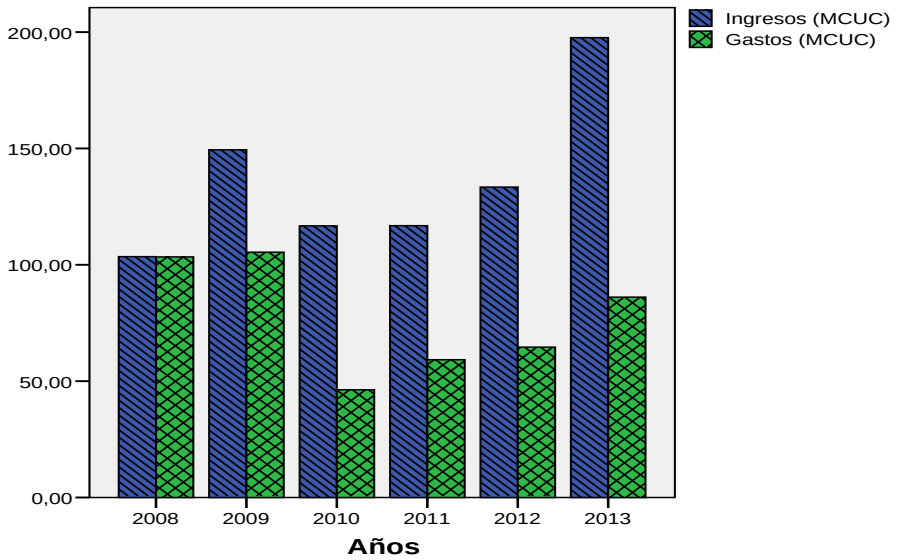


Fig. No.2 Comportamiento de los Ingresos y Gastos 2008- 2013

Como promedio, el presupuesto de ingresos en el período 2008-2013, igual a 125,1 MCUC, fue significativamente superior al presupuesto de gastos, con valor promedio de 75,35 MCUC con un rango de variación con respecto al promedio de 94,1MCUC y 59,1 MCUC respectivamente. Ver Tabla No.3

Tabla No.3. Resultados del comportamiento de los Ingresos y Gastos (MCUC). 2008-2013

	Ingreso divisa (MCUC)	*Gasto divisa (MCUC)*
Recuento	6	6
Promedio	136,233	77,5
Mediana	125,1	75,35
Desviación Estándar	33,9939	24,4864
Coeficiente de Variación	24,9527%	31,5954%
Mínimo	103,5	46,3
Máximo	197,6	105,4
Rango	94,1	59,1

Resultados de la predicción.

Para la obtención del pronóstico, de la variable turistas/días extranjeros, se ha desestimado el valor de la misma en el año 2001, por considerarse un valor atípico, que afecta la estimación de esta variable para los próximos 3 años.

Se espera que, de mantenerse la tendencia de la serie, según el modelo empleado, ocurrirá un aumento de la cantidad de turistas visitantes en el trienio 2014-2016. Se pronostica que visitarán las instalaciones del Nicho en 2014, 27,5 mil turistas/días (IC

95 %: 20,3-34,8), en 2015, lo visitarán 32,1 mil turistas/días (IC 95 %: 21,9- 42,2) y en 2016, 37,17 mil turistas/días (IC 95 %: 23,6-50,6). Ver Figura No. 3.

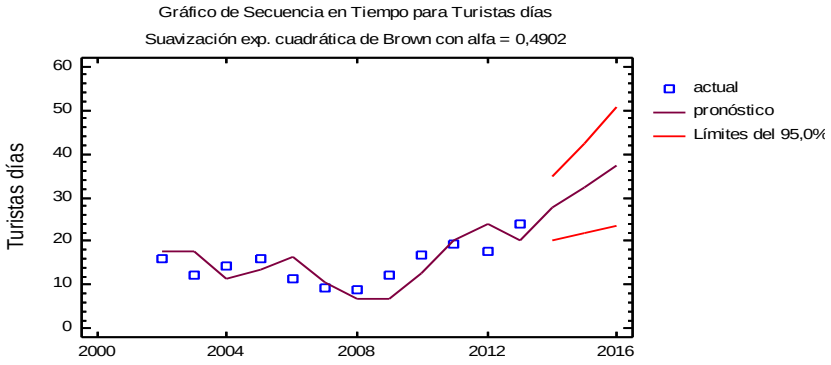


Figura No. 3. Estimación y pronóstico de los turistas/días.
El Nicho (Cumanayagua Cienfuegos) 2014-2016

Conclusiones

La actividad turística es un recurso de vital importancia para el logro del desarrollo sostenible en las montañas cubanas, por su impacto tanto en la dimensión económica como ambiental y social.

El desarrollo de investigaciones relacionadas con el tema, permiten en gran medida, contribuir a la planificación y proyección de importantes indicadores que beneficiarán el desarrollo en las comunidades montañosas, prestando especial atención a todas las acciones que desde el punto de vista de la conservación ambiental y el entorno natural necesiten tenerse en cuenta para proyectar sus potencialidades.

La utilización de modelos estadísticos predictivos, conceden la posibilidad del trazado de estrategias que contribuyan al desarrollo local sostenible, estableciendo políticas que estimulen el uso racional de los recursos naturales de los ecosistemas montañosos.

Agradecimientos

Especiales agradecimientos a las entidades con ayuda de las cuales se conformó la base informativa de esta investigación; son ellas:
- Centro de investigaciones territoriales para el medio ambiente (CITMA) Cienfuegos.
- Instituto de Planificación Física Municipal y Provincial de Cienfuegos.
- Empresas que forman parte del Plan Turquino en Cumanayagua. Cienfuegos.

Referencias

1. R. Denman. *Directrices para el desarrollo del turismo comunitario*. WWF Internacional. 2001, *2*
2. O. Gómez Pompa. *Turismo y ciudad: una perspectiva sociológica*. 2002, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, *1*
3. C. Chatfield; *The analysis of time series: an introduction*. 6th ed. Ed; Chatman and Hall, London, 2003.
4. Semanario Económico y Financiero de Cuba. 17 de diciembre de 2014
5. R. F. Rodríguez. Tesis de grado. *Procesos socioculturales, Organizaciones de masas y Desarrollo sostenible: Crucecitas, un estudio de casos.* Universidad de Cienfuegos. Cuba, 2009.
6. Consejo de administración provincial. Dirección de economía y planificación. *Balances* ***anuales Plan Turquino. Cuba*** **(2001-2013)**

LA CALIDAD DEL EMPLEO PARA LA MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESA EN EL ECUADOR

José Luis Basantes Garcés

Director Académico de la Universidad Metropolitana del Ecuador, Sede Quito. jbasantes@umet.edu.ec

***Área de participación**: Gestión de Mercadotecnia, Administración y Recursos Humanos*

Resumen – Este estudio tiene la finalidad de analizar la calidad del empleo en las Micro y Medianas Empresas del Ecuador. Para ello se realiza un breve análisis de las tendencias del mercado laboral en América Latina. La tendencia sectorial denota que existe un leve avance del sector manufacturero, a través de un proceso no muy profundo de tecnificación. El sector informal, por su parte, nace como respuesta a la falta de empleo en las grandes ciudades. Tiene como origen los migrantes rurales. En la década de los 90 se comienza hablar en la región del concepto de la calidad del empleo, dado que cada vez más personas con mayor nivel de formación, tenían acceso a empleos con mejores condiciones y remuneraciones.
Se particulariza en los mercados de trabajo sobre todo el ecuatoriano y cuáles son las trasformaciones que se han dado a través de las últimas décadas siendo la más importante la eliminación de la flexibilización laboral que terminó con la tercerización del talento humano, forma de relación que precarizó la calidad del empleo en el Ecuador.
En el trabajo investigativo se realizó un análisis de una serie de estudios empíricos realizados en diferentes países de la región, encontrando varias similitudes en cuanto a los determinantes, y la aplicación del método Farne para el estudio de la calidad del empleo. Se debe indicar que no existe dentro de los estudios analizados uno que haga referencia al análisis de esta variable en las micro y pequeñas empresas.
Para el análisis de las calidad del empleo en las micro- y pequeñas empresas, se elabora el modelo econométrico en función de las cuatro determinantes de la calidad del empleo definidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que muestra como resultado que no existe calidad del empleo en las micro- y pequeñas empresas.
Un análisis del modelo econométrico desarrollado muestra relaciones negativas entre el índice de la calidad del empleo y las micro- y pequeñas empresas (MyPEs). Sin embargo esta relación va disminuyendo, a medida que se incluyen más variables de control. La relación entre la calidad del empleo y las MyPEs cambia en forma descendente, iniciando con un valor de -10.322 y culminando con -6.680, sus desviaciones estándar están alejadas de cero, por tanto se puede concluir que en las micro y pequeñas empresas tienen mala calidad en el empleo.

Introducción

Los estudios más recientes sobre el comportamiento del empleo en América Latina tratan de diferenciar los sectores económicos que generan empleo y su comportamiento en los últimos años. En términos generales, se puede observar que a partir de la década de los noventa existe una expansión del sector terciario en el empleo, una expansión relativa del sector secundario, y se reduce el empleo en el sector primario. Según Weller: “El empleo manufacturero se expandió levemente a una tasa anual del 1,1 %, en los países medianos y grandes, existiendo un claro contraste en la contracción del empleo manufacturero, en países como Argentina y Brasil, el empleo agropecuario descendió en términos absolutos, siendo el sector terciario quien tuvo un

dinamismo llegando a generar varias plazas de trabajo". (Weller, Mercados Laborales en América Latina y su evolución, 1998).
Este sector en líneas generales, define la formalidad a través de conceptos como: la cobertura a través de la seguridad social, con tipos de contratos debidamente registrados, factores que diferencia del sector informal, ya existente.
Tal diferenciación promueve el crecimiento de los diferentes sectores (agrícola, manufacturero y terciario), que tiende a tecnificarse, promoviendo así, la utilización de mano de obra cada vez más especializada.
El sector manufacturero, es un ejemplo de lo mencionado, a través de su progresiva tecnificación, disminuyó en forma gradual la intensidad del uso de la mano de obra no especializada a especializada. Para entender esta evolución de la industria manufacturera y el empleo, analizaremos tres subsectores:

1) Las industrias desarrolladas a través de la sustitución de las importaciones, bajo este esquema se desarrollaron dos estrategias, una en función de la reducción de los costos y cambios organizacionales que no promovían el aumento de plazas de trabajo; una segunda que consiste en un aumento de la inversión y cambios tecnológicos, estrategia que a través del aumento de la producción puede generar nuevas plazas de trabajo.
2) Las industrias maquiladoras, en América Latina han sido fuente generadora de nuevas plazas de trabajo.
3) Los núcleos industrializados especializados, que son redes productivas a manera de "distritos industriales" (Laís, 1999), que promueven el uso de nuevas tecnologías y permite las relaciones entre empresas.

Ya en estos momentos se tiende a hablar de seguridad social, contratos legalizados y el uso de tecnologías que impulsan la utilización de mano de obra cada vez especializada y que a través de mayores volúmenes de producción, promueve la creación de nuevas empleos.
Un término de relativa reciente aparición es el de mercado, economía o sector informal. Según Hernando de Soto: "… cuando se habla de economía informal se piensa inmediatamente en un problema. Esos empresarios y vendedores clandestinos cuyas industrias y negocios no están registrados, no pagan impuestos y no se rigen por la leyes reglamentos y pactos vigentes, ¿ no son, acaso, competidores desleales de las empresas y tiendas que operan en la legalidad pagando puntualmente sus impuestos? ¿Al evadir sus obligaciones tributarias no privan al Estado de recursos necesarios para atender a las necesidades sociales y realizar urgentes obras de infraestructura?" (de Soto, 1986)
Hernando de Soto sostiene que esa manera de encarar el asunto es totalmente errónea. Porque "… en países como el Perú el problema no es la economía informal sino el Estado. Aquella es más bien, una respuesta popular espontánea y creativa ante la incapacidad estatal para satisfacer las aspiraciones más elementales de los pobres". (de Soto, 1986)
"El origen del sector informal está en los migrantes rurales que no podían encontrar trabajo en el sector moderno, frente a la necesidad de sobrevivir deben desempeñar cualquier actividad que les permita obtener un ingreso". (Galín, Ley, mercado y discriminación: el género del trabajo, 2000)

Para De Soto el sector informal es “el excedente de la mano de obra producido a partir de las migraciones, añadido al descenso de la mortalidad infantil y el crecimiento demográfico”. (de Soto, 1986)

La ciudad se entendía como una estructura administrativa y religiosa impenetrable que no permitía la inclusión del migrante campesino a sus estructuras legales, negándoles la posibilidad de acceder a sus estructuras económicas y sociales, era entonces difícil acceder a la educación, vivienda y las diferentes formas de empleo, las leyes estaban diseñadas de tal forma que protegían a sus grupos sociales, en desmedro de los campesinos, esto determinó que los migrantes formen estructuras económicas fuera de la ley, no por ser ilegales, sino por utilizar figuras no legales pero su objetivo era satisfacer necesidades netamente legales.

Una de las tendencias que ha tomado fuerza en los últimos tiempos, es la generación de empleo, pero de calidad.

Según Weller (Weller, Mercados Laborales en América Latina y su evolución, 1998) ”una de las características centrales de la calidad de los puestos de trabajo son las remuneraciones, durante los años ochenta los salarios reales del sector formal mostraron ser más flexibles y con los procesos devaluatorios que sufrió Latinoamérica en la década, su poder de adquisición bajo, en los noventa los salarios reales de las empresas formales comenzaron a subir.”

Ya en los noventa las personas con niveles más altos de educación accedieron a puestos de trabajo con mejores condiciones y remuneraciones, lo que acrecentó la brecha con las personas de escasa formación.

En resumen, se empieza a hablar de empleos de calidad en la década de los 90, siendo un factor fundamental el salario, su acceso se dio por intermedio de una mejor formación profesional, quedando los empleos de baja calidad para personas de menor formación profesional.

Entre las causas principales de los problemas de los mercados de trabajo en América Latina según Ocampo, fue la escasa generación de empleo por parte de los sectores exportadores que no permitió compensar la destrucción de puestos de trabajo de aquellos sectores que estaban protegidos, que tuvieron que aumentar la productividad racionalizando principalmente los costos laborales. La nueva creación de puestos de trabajo se basó especialmente en la inferioridad en términos de ingresos y estabilidad laboral y por ello plantea: “El pobre desempeño del mercado de trabajo hasta comienzos de la primera década del siglo XXI fue devastador. Este hecho es el resultado de factores económicos, en particular del lento crecimiento y de los efectos directos de las reformas económicas. La mayoría de los estudios indican, en efecto, que las reformas de mercado tuvieron un impacto negativo sobre la generación de empleo. Es más, los datos muestran que en la década de los noventa del siglo XX la tasa de crecimiento del empleo fue inferior a la de la segunda mitad de los ochenta; el desempleo creció, proliferó el empleo en el sector informal y el alza de los salarios reales favoreció a los trabajadores calificados” (Ocampo J. A., 2011)

Durante los noventa el crecimiento del empleo fue casi el doble en los países del norte que en los del sur. Esto fue particularmente notorio en el sector manufacturero. En los países del norte, el empleo en el sector manufacturero aumentó a una tasa media anual de 4,3%, más rápidamente que el empleo total, y representó el 13% de todos los trabajos que se generaron. Por el contrario, en los países del sur el empleo en dicho sector se contrajo en 0,1% al año. (CEPAL, 2010)

Dada su importancia en el dinamismo manufacturero del norte de la región durante los años noventa, la industria maquiladora explica una gran parte de este comportamiento, para 1999 los empleos en las maquiladoras representaban ya entre el 10 y el 40% del total de empleos en el sector manufacturero en los países del norte (en algunos, particularmente México y República Dominicana, ya era importante desde comienzos de dicha década). (Ocampo J. A., 2011)

Las fuertes diferencias entre ambos patrones se observaron también en el tipo de empleos que se generaron. En los países del norte, los asalariados fue la categoría que más creció, con una tasa media anual de 4,2%. En cambio, en los del sur, el trabajo asalariado sólo aumentó 1,8% al año. (Ocampo J. A., 2011)

En América Latina la combinación de desempleo e informalidad en los distintos países durante esta fase de deterioro en las condiciones del mercado de trabajo dependió, entre otros factores, de los patrones de crecimiento económico, así como de las políticas laborales y la migración internacional de la mano de obra. (Uthoff, 2011)

En todo caso la mayoría de los países registró un deterioro en uno u otro de estos aspectos, o en ambos, lo que indica que se complementaron como mecanismos de ajuste del mercado de trabajo. (CEPAL, 2010)

La combinación más adversa de la evolución del empleo informal y el desempleo se concentró en los países de América del Sur, particularmente durante los años de auge, mostrando el impacto ya anotado de los patrones de especialización. El patrón típico de deterioro sudamericano fue por la vía del desempleo abierto, en tanto que en México y Centroamérica se produjo por la vía de la informalidad. (CEPAL, OIT, 2010)

Pese a sus efectos positivos, el auge que tuvo lugar entre 2004 y mediados de 2008 no logró corregir el fuerte deterioro de la calidad de los puestos de trabajo que se acumuló entre 1990 y comienzos de la década actual. Sólo Chile muestra una mejoría sistemática de las condiciones laborales. En el resto de países hay un deterioro a largo plazo de uno o varios de los indicadores correspondientes. Mientras la tendencia de las tasas de desempleo incluye una diversidad de situaciones, los casos de mejoría a largo plazo de los otros indicadores son menos frecuentes (seis o siete países, según el caso). Dada la alta dependencia que existe entre la calidad del empleo y el acceso a la seguridad social, uno de los efectos desafortunados de las tendencias laborales ha sido el retroceso en materia de cobertura a la seguridad social en más de la mitad de los países para los cuales existe información. (Ocampo J. A., 2011)

Estos datos refuerzan la afirmación según la cual ha habido un avance de la economía informal durante estas décadas, una categoría que abarca tanto la informalidad como los trabajadores asalariados del sector formal en condiciones de precariedad laboral (sin acceso a la seguridad social e incluso sin contrato de trabajo). La economía informal se expandió de 58,8 al 64,0% del empleo urbano entre 1990 y 2008, tendencia que demuestra que más de 55% del incremento del empleo total en América Latina entre 1990 y 2005 está dado por el empleo informal. (CEPAL, OIT, 2010)

El alcance de la economía informal es muy diverso en las distintas economías de la región, no sólo en función del ingreso por habitante de los distintos países sino también de otros factores. Según lo indica también el Cuadro 3, el alcance de la economía informal abarca desde poco más del 40% del empleo total en Chile y Costa Rica hasta en torno al 80% en Bolivia, Nicaragua y Paraguay. (Laís, 1999)

Los bajos niveles de informalidad de Costa Rica, así como los altos de Paraguay, y los también elevados de Argentina, dados sus niveles de desarrollo, no se pueden explicar

en función del ingreso por habitante e indican la relevancia de otros factores, entre los que se cuentan la capacidad de los distintos países de hacer efectivas las normas laborales. (Weller, Mercados Laborales en América Latina y su evolución, 1998)

Mercado laboral ecuatoriano

Dos de las variables macroeconómicas en Ecuador que más preocupación causan por su desempeño, son el desempleo y el subempleo. El desempleo se ha mantenido relativamente alto en las décadas de los 80s, 90s y en el primer lustro del nuevo siglo. Las tasas de desempleo han estado en un rango del 8 al 15%, con su pico en la crisis del 99 y su sima en el año 1980. (Aguiar V. , 2007)

El subempleo, ha tenido unas tasas igualmente altas llegando a 54% en 1991 y de igual manera teniendo su nivel más bajo en 1980, con 30%. Lo que demuestra un empeoramiento real con respecto a la década de los 70s, que mantuvo tasas de desempleo y subempleo promedio de 4% y 26% respectivamente. (Aguiar V. , 2007)

El ajuste estructural, que comenzó con la nueva etapa democrática, fue el contexto en el cuál se produjo esta evolución del mercado laboral. La flexibilización laboral, una mayor apertura comercial, las propuestas privatizadoras, la apertura financiera, las reformas de la política cambiaría, la reforma tributaria; fueron los puntales básicos de este cambio. (Amorín, 2013)

Las reformas propuestas, estaban diseñadas para lograr un mejor funcionamiento del aparato económico teniendo como pilar fundamental a la eficiencia del mercado libre, abierto y competitivo; dejando atrás el modelo estado-céntrico, cerrado y proteccionista que había dominado las décadas anteriores a los 80s. Sin embargo, los resultados no han sido los prometidos quizá debido a la mala o incompleta implementación de las reformas. (Aguiar V. , 2007)

Cabe destacar, que la crisis del año 1999 representó un grave retroceso para el país, que se vio reflejado también en el empleo. Luego de alcanzar la cima del ciclo depresivo, la economía comenzó su proceso de recuperación y expansión. Esto, junto a las reformas laborales en el gobierno de Noboa y con la adopción formal del dólar como moneda de curso; lograron una ligera recuperación en los niveles de desempleo; que han estabilizado a niveles similares a los de pre-crisis (1994-1998). (Aguiar V. , 2007)

En el período (1999-2006) se tuvo un pico de 17% de desempleo total en febrero del 2000; posteriormente el desempleo más alto que se tuvo fue de 12,05% en abril del 2004. El mes con menos desempleo, fue diciembre 2002 con 7,74%. Si se compara con las cifras de desempleo para el período 1994-1998 se observará que en año 98 se tuvo un desempleo de 11,8% mientras que en el año 1995 se tuvo una sima con 6,9%. Para diciembre del 2006 el desempleo total llegó a 9.03%. Los niveles de subempleo han tenido una evolución similar, para mayo del 2000 bajo los efectos de la crisis el subempleo llegó a 59.9%. Posteriormente desciende hasta 39.2% en febrero del 2004, para luego ascender hasta 51.33% en mayo del 2005. Para diciembre del 2006 el subempleo total llegó a 45.04%. Si se compara con el período de pre-crisis (1994-1998); se observará que en diciembre de 1998 se tienen un subempleo de 51.8 siendo este el pico, mientras que en 1997 se tiene un subempleo total de 41.3%. (Amorín, 2013)

La dolarización de la economía ecuatoriana en 2000, representó un cambio profundo en el entorno competitivo de las empresas nacionales. Esto se refleja en la mayor exposición a la competencia de productos importados y sobretodo en la imposibilidad de

utilizar las devaluaciones como una estrategia competitiva. Volviendo prioritario, que las industrias ecuatorianas mejoren sus niveles de productividad. De la misma manera, la vulnerabilidad de la economía a los choques provenientes del mercado externo, exigen un nivel de flexibilidad interna que permita que estos sean menos traumáticos y que nos podamos recuperar más rápidamente. (Aguiar V. , 2007)

Reformas actuales al Mercado laboral ecuatoriano

La Constitución Política vigente, en el Título III sobre los Derechos, Garantías y Deberes de los ecuatorianos, en la Sección 2a. del Capítulo IV, "Del Trabajo"; propugna los principios fundamentales sobre los cuales se sustenta la legislación laboral ecuatoriana. (Aguiar V. , 2007)

- Pro-operario.
- Contratación individual.
- Irrenunciabilidad e Intangibilidad de derechos.
- Libertad de asociación (organizaciones de trabajadores: sindicatos, comités de empresa o asociaciones).
- Derecho de huelga.
- Remuneración mínima.
- Seguridad social.
- Indemnizaciones.
- Se garantiza la contratación colectiva.
- Participación de los trabajadores en las utilidades líquidas de las empresas.
- La eliminación de la subocupación y la desocupación como objetivo de Estado. (Aguiar V. , 2007)

De igual manera en el Artículo 23, en el Capítulo 2. De los Derechos Civiles, se consagran los siguientes derechos fundamentales: (20) "La libertad de trabajo. Ninguna persona podrá ser obligada a realizar un trabajo gratuito o forzoso". (21) "La libertad de contratación, con sujeción a la ley". (23) "El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental; educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios sociales necesarios. (Aguiar V. , 2007)

En el artículo 244 como objetivo del Estado, dentro de la definición de nuestra economía como "Social de Mercado", se propugna: (10) "Incentivar el pleno empleo y el mejoramiento de los salarios reales, teniendo en cuenta el aumento de la productividad, y otorgar subsidios específicos a quienes los necesiten". (Ecuador. Presidencia de la República, 2011)

La Constitución Política vigente proporciona la base jurídica para cualquier reforma en el mercado laboral. Este marco es importante, pues nos da las limitaciones así como los objetivos que debería tener una política laboral. Es importante destacar, que aún en el escenario de una posible Asamblea Constituyente las líneas básicas de este cuerpo normativo en materia laboral se mantendrían. (Aguiar V. , 2007)

Los principios fundamentales tienen una larga tradición jurídica y han sido el producto de la evolución institucional surgida de la interacción de las organizaciones de trabajadores, empresarios y estado a lo largo de la historia. De la misma manera los objetivos de pleno empleo, mejora en los salarios reales, y protección son básicos y difícilmente cuestionables.

Los principios y derechos de la libertad de trabajo, libertad de contratación y a una calidad de vida digna que incluye el derecho al trabajo y al empleo; son pilares de la legislación laboral del Estado Moderno. En este sentido, lo que se puede esperar, es la posibilidad de que se otorgue al Estado un papel más preponderante en el sistema económico. Es decir, que se le dé un rol más activista para la generación de empleo y de inversión y no sólo para su incentivo. (Aguiar V. , 2007)

Sección Experimental

Índice de la calidad del empleo OIT

La perspectiva que permite realizar comparaciones internacionales de calidad de Empleo es la usada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la cual fundamenta el cálculo de dicho índice en cuatro dimensiones: el ingreso, el tiempo de trabajo, tipo de contratación, y la seguridad social. (Quiñones, 2009)
A continuación se resume la metodología aplicada por Farné basada en la OIT para el cálculo del índice sintético, que se fundamenta en cuatro variables básicas: Ingreso, la modalidad de contratación, la afiliación a la seguridad social y el horario de trabajo. (Farné S. , 2003) (Quiñones, 2009)

Ingreso: corresponde al ingreso laboral mensual total que incluye la remuneración monetaria y en especie en el empleo desempeñado por lo individuos. Está estratificado según el número de veces que el monto de dicho ingreso contiene el valor del salario mínimo legal vigente (SML). Hay tres estratos: menos de 1,5 veces el SML, ente 1,5 y 3 SML y más de 3 veces el SML. (Farné S. , 2003)

Contrato: La modalidad contractual incluye tres alternativas: existencia de contrato laboral formal a término indefinido, existencia de un contrato laboral formal a término fijo y ausencia de contrato escrito. (Farné S. , 2003)
Seguridad Social: opción de que el trabajador estuviera afiliado a los sistemas de pensión y de salud o a uno sólo de ellos. (Farné S. , 2003)

Horas de trabajo: Este estudio se direcciono para Colombia por tanto el parámetro determinado en este factor según la legislación colombiana, horario de trabajo habitual de hasta 48 horas semanales es la jornada laboral legal máxima.

Cada una de estas variables recibe una valoración horizontal y otra vertical. La primera consiste en asignar un puntaje de 0 a 100 a las diferentes alternativas contempladas en cada característica principal. Este puntaje refleja el nivel cualitativo de la alternativa:

- En el caso de la variable “ingreso” se atribuye: un puntaje de 100 al que gana más de tres SML, un puntaje de 50 si gana entre 1,5 y 3 SML y 0 si gana menos de 1,5 SML.

- La variable modalidad de contratación, recibe 100 puntos la contratación indefinida, 50 la temporal y 0 la ausencia de contrato.
- La seguridad social, el trabajador se hace acreedor de 100 puntos si está afiliado a pensión y salud de 50 si está afiliado a cualquiera de las dos opciones, 0 sino está afiliado a ninguna de las dos opciones.
- El horario de trabajo son posibles sólo dos alternativas: el individuo recibe 100 puntos, si trabaja hasta 48 horas semanales, 0 si trabaja más.

La valoración vertical corresponde a la ponderación que recibe cada variable principal según su importancia relativa. Se separan los asalariados del sector privado y público, y el servicio doméstico de los trabajadores independientes que además de lo que trabajan por cuenta propia y los empleadores, incluyen a la categoría residual de “otros”. Estos son los respectivos porcentajes de ponderación.
Para los asalariados el 40% corresponde al ingreso, el 25% a la modalidad de contratación, el 25% a la seguridad social y el 10 % a las horas de trabajo. (Farné S. , 2003).
Esta construcción implica que el índice no es continuo sino discreto y presenta tres niveles: baja calidad, cuando es menor a 60 puntos, calidad media entre 60 y 80 puntos, y buena calidad, cuando es superior a 80 puntos.

Tabla No. 1. Variables y ponderaciones del Índice de Calidad del Empleo

Variable	Puntaje	Porcentaje
INGRESO	100 (SML > 3SML) 50 (3SML> SML >1,5) 0 (SML< 1,5)	40%
CONTRATO	100 contratación indefinida 50 contratación temporal 0 no tiene contrato	25%
SEGURIDAD SOCIAL	100 tiene pensión y pensión de salud 50 tiene una de las dos 0 no tiene afiliación	25%
HORAS	100 si trabaja hasta 48 h/sem 0 si trabaja más de 48 h/sem	10%

Fuente: Elaborado por el autor

Resultados y Discusión

Modelo Econométrico:

El modelo econométrico que explica la calidad de empleo es el siguiente:

$\mathbf{Y_i = \alpha m_i + X_i\beta + e_i}$ $\quad$ $Yi = I(Y^*i > 0)$

Y_i - calidad del empleo (baja, media y buena)
α - coeficiente de interés,
$\mathbf{m_i}$ **-** Dummy (1 Micro y 2 Pequeña empresa),
$\mathbf{X_i\beta}$**-** variables de control o explicativas
$\mathbf{e_i}$ - error aleatorio.

Propuesta de la medición de la Calidad de empleo para las MyPEs del Ecuador

Para esta propuesta se planteará un Índice que permita medir si existe o no calidad de empleo en las MyPEs en el Ecuador. El análisis se realizará utilizando la base de datos de la ENEMDU a marzo de 2014. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos- INEC, 2014)

Las variables que forman parte del índice de la Calidad del Empleo para las MyPEs, se conceptualizan bajo la normativa del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014).

Tabla No. 2. Descripción de las variables de estudio

Variable	No. Observaciones	Media	Desviación estándar
Índice de Calidad del Empleo (ICE)	3881	15,99394	17,58464
Ingreso (Ing-1)	3881	22,67457	34,9692
Seguridad Social (ssocial)	3881	0,0515331	1,604576
Horas de trabajo (htrabajo)	3881	0,5410977	7,336951
Tipo de contrato (contr)	3881	27,4285	34,12279

Fuente: Elaborado por el autor

Conclusiones

1. Un empleo necesariamente no cumple con satisfacer las necesidades tanto económicas, sociales, culturales de las personas que se encuentran trabajando en cualquiera de los oficios o categorías de ocupación. Su calidad es consecuencia de un desarrollo del entorno tanto económico como productivo que permita mejorar los ingresos de los trabajadores aumentando la productividad.

2. La revisión de variables que midan la calidad del empleo muestra déficits en términos de seguridad social y falta de estabilidad laboral reflejada por la ausencia de un contrato de trabajo. Para este estudio el 99,9 % no reporta tener algún tipo de cobertura por un sistema de pensiones o de salud. Tan solo el 0,1% mantiene algún tipo de cobertura.

3. La falta de cobertura de seguridad social denota que muchos de los asalariados no gozan de los beneficios que otorga el sistema de pensiones a nivel nacional, como la atención médica gratuita, préstamos quirografarios e hipotecarios. Quizás una buena parte de sus ingresos estén cubriendo esta falencia, al ser destinados a entes privados que no forman parte del sistema de nacional de salud. Además esto reduce la calidad de vida de las personas en la etapa de la tercera edad sin pensiones dignas que permitan cubrir las necesidades básicas del asalariado.

4. También la falta de estabilidad laboral se refleja en este estudio. Para el año 2014, el 56,04 % de las personas que laboran en los diferentes sectores de la economía no se les genero un contrato de trabajo que mencione cuáles son sus derechos como trabajador.

5. Los países de la región han realizado esfuerzos que permitan mejorar la calidad del empleo, por medios de la formalización de las relaciones laborales, fomentando la capacitación y la formación de la organizaciones sindicales. Para el incentivo de la calidad del empleo desde el aporte institucional, el

contrato de trabajo es un instrumento importante, debido a su alto nivel de relación con casi todos los otros indicadores.

6. Un empleo de calidad es aquel que busca el desarrollo del individuo, que respeta el derecho de los trabajadores y su protección integral, donde se capacite al trabajador para promover su desarrollo, cuyas jornadas de trabajo permitan un mejor rendimiento, con remuneraciones que permitan atender las necesidades del asalariado y sus familias. Además debe garantizar la seguridad social, que posibilite el desarrollo profesional despejando las incertidumbres del futuro, propendiendo mejores jubilaciones, que eleven el nivel de vida del asalariado.

Bibliografía

Aguiar, V. (24 de 07 de 2007). *El mercado laboral ecuatoriano. Propuesta de una reforma.* Recuperado el 16 de 11 de 2014, de eumed: www.eumed.net

Aguiar, V. (2007). *El mercado laboral Ecuatoriano: Propuesta de una reforma*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2013, de www.eumed.net/libros/2007a/240

Amorín, D. y. (2013). *Aspectos microeconómicos de la calidad del empleo y su importancia para la estabilidad del empleo frente al ciclo económico.* Buenos Aires: Instituto de Industria. Universidad Nacional General Sarmiento.

Amorin, D., & Erbes, A. (2003). Aspectos microeconómicos de la calidad del empleo y su importancia para la estabilidad del empleo frente al ciclo económico. *Instituto de Industria. Universidad Nacional General Sarmiento*. Buenos Aires: Los Polvorines.

CELADE. (2006). América Latina y el Caribe. *Observatorio Demográfico*.

CEPAL. (2010). *Estudio económico de América Latina el Caribe 2009-2010. Santiago: CEPAL.* Santiago de Chile: CEPAL.

CEPAL, OIT. (06 de 06 de 2010). *Coyuntura laboral en América Latina y el Caribe. Boletín No. 3, junio. .* Recuperado el 21 de 12 de 2014, de http://www.cepal.org

De Soto, H. (1986). *El otro sendero de la revolución informal.* Lima., Perú.: Barranco.

de Soto, H. (1986). *Mercados informales.*

Di Filipo, A. (Septiembre - Diciembre de 1981). Continuidad y cambio en la obra de Prebisch: Su concepto de excelencia. *Estudios Sociológicos , XVI(48)*. México.: El colegio de México.

Ecuador. Presidencia de la República. (2011). Ecuador. Presidencia de la República. (2011). Regla. *Reglamento a la estructura e institucionalidad de desarrollo productivo, de la inversión y mecanismos e instrumentos de fomento productivo, establecidos en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e inversión*. Quito, Ecuador: Presidencia de la República.

Ecuador. Presidencia de la República. (2011). *Reglamento a la estructura e institucionalidad de desarrollo productivo, de la inversión y mecanismos e instrumentos de fomento productivo, establecidos en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e inversiones. Decreto Ejecutivo N° 757.* Quito: Suplemento Registro Oficial N° 450 del 17 de mayo del 2011.

Farné, S. (2003). Estudio sobre la calidad de empleo en Colombia. *Cuaderno de Trabajo No. 3*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado .

Farné, S. (2003). Estudio sobre la calidad de empleo en Colombia. *Cuaderno de Trabajo N° 3*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Ferraro, C. (2011). *Apoyando a las PYMES: Políticas de fomento en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile.: AECID/CEPAL.
Gali. (s.f.).
Galín, P. (1998). *El empleo no registrado en el MERCOSUR y las políticas para reducirlo.* Oficina de la OIT.
Galín, P. (2000). *Ley, mercado y discriminación: el género del trabajo.* Buenos Aires: Biblos.
González, M., & Bonofiglio, N. (2002). *Evidencias sobre el deterioro de la calidad de empleo en Argentina.* Buenos Aires: CEDEP/UBA.
Hernández, M., Ramírez, A., & Montero, B. (2008). Factores determinantes de la calidad de vida en el trabajo y su influencia en la renta del trabajador: Un análisis comparativo nacional y regional. *Ponencia en XXXVI de Reunión de Estudios Regionales - AECR.* Badajoz, España.
Infante, R., & Vega Centeno, M. (2001). La calidad del Empleo: lecciones y tareas. *Revista Economía, 24(48)*. Lima: Pontifícia Universidad Católica del Perú.
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Octubre de 2014). *Ecuador en cifras - 2014.* Recuperado el 24 de 01 de 2015, de Nuevo marco conceptual para la clasificación del empleo en el Ecuador: www.ecuadorencifras.gob.ec
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos- INEC. (Septiembre de 2014). *ENEMDU - 2014.* Recuperado el 24 de 01 de 2015, de Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo: www.ecuadorencifras.gob.ec
Keynes Maynard, J. (2006). *Teoría general de la opcupación: el interes y el dinero.* México: Fondo de cultura económica de España.
Laís, A. (1999). *Tendencias en los mercados laborales de América Latina.*
Mac-Clure, O. (2008). Calidad de empleo según los grupos ocupacionales. *Departamento de Estudios. División Social. (Documento N° 5)*. Santiago de Chile: Ministerio de Planificación.
Monza, A. (1981). *Una discución comparada de distintos enfóques teóricos sobre la determinación del empleo y el salario.* PREALC.
Mora, J. J., & Ulloa, M. P. (2011). Calidad en el empleo en las principales ciudades colombianas y endogeneidad de la educación. *Revista de Economía Institucional, 13(25)*, 163 - 177. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
Ocampo, J. A. (2011). *Economía y mercados de trabajo en América Latina.* Bogotá: Corporación Andina de Fomento.
(2011). Employment: The Dominance of the Informal Economy. En J. A. Ocampo, *Handbook of Latinamerican Economics.* Oxford: Oxford University Press.
Perú. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2005). *Encuesta de hogares especializada en niveles de empleo.* Lima: MTPE.
Quiñones, M. (2009). El índice de la calidad de empleo: Una propuesta alternativa aplicada a Colombia. *Documento de trabajo No.36*. Bogotá , Colombia.
Quiñonez Domínguez, M. (2009). El índice de la calidad de empleo: Una propuesta alternativa aplicada a Colombia. (Documento de trabajo N° 36).
Reinecke, G., & Valenzuela, M. (2000). La calidad del empleo un enfoque de género. *¿Más y mejores empleos para las mujeres?: La experiencia de los países del Mercosur y Chile*. Santiago de Chile, Chile: OIT.
Rodgers, G., & Reinecke, G. (1998). La calidad del empleo: perspectivas ejemplo de Chile y Brasil. En *Reestructuración, integración y mercado laboral: Crecimiento y calidad de empleo en economías abiertas.* Santiago de Chile: OIT.
Sierra, J., & Sato, E. (2004). Políticas para mejorar la calidad de empleo en las PYMES. *Economía y Sociedad(51)*. Lima: CIDES.
Uthoff, A. (2011). Social Security Reforms in Latin America. En J. A. Ocampo, *Handbook of Latin American Economics.* Oxford: Oxford University Press.

Valenzuela, M. (2000). La calidad de empleo de las mujeres en los paises de cono sur. *¿Más u mejores empleos para las mujeres?: La experiencia de los países del Mercosur y Chile*. Santiago de Chile: OIT.

Verdera, F. (1995). Propuesta de redefinición de la medición del subempleo y el desempleo y de nuevos indicadores sobre la situación ocupacional en Lima. *Documento de Trabajo N° 22*. Lima: OIT.

Weller, J. (1998). *Mercados Laborales en América Latina y su evolución.* Santiago de Chile: CEPAL.

Weller, J., & Roesthlisberger, C. (2011). *La calidad del empleo en América Latina.* Santiago de Chile : CEPAL.

TITULO: MEDICIÓN DEL CLIMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. VARIABLE PREDICTIVA DE INDICADORES SE SINIESTRALIDAD LABORAL

MSc. D. Pérez Fernández[1], PhD. L. Diaz Gispert[2], MSc. M. Curbelo Martínez[3] and MSc. S. Suarez Sabina[4]

[1] Universidad "Carlos Rafael Rodríguez". Carretera a Rodas, kilómetro 4, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba - dmfernandez@ucf.edu.cu; [2]Universidad de Cienfuegos, Cuba - lidiadg2914@hotmail.com; [3]Universidad de Cienfuegos, Cuba -mcmartinez@ucf.edu.cu; [4] Unidad de Negocios Refinería de Petróleo - ssuarez@cuvenpetrol.cu

***Área de participación**: Gestion en Mercadotecnia, Administracion y Recursos Humanos*

Resumen

La medición del clima de seguridad y salud del trabajo ha sido empleado en la literatura científica, como antecedente de la siniestralidad laboral y como aspecto a medir para una correcta evaluación de las cuestiones preventivas en la empresa. Investigaciones desarrolladas respecto al tema, han demostrado el poder predictivo de este factor, para controlar la accidentalidad laboral.

La investigación que se presenta se desarrolló en tres empresas del Ministerio de Energía y Minas, en la provincia Cienfuegos, Cuba. Estas han sido catalogadas como empresas con cifras significativas de ocurrencia de accidentes e incidentes laborales, lo cual posibilita comprobar lo establecido en la literatura científica, respecto al poder predictivo del clima de seguridad y salud y su relación con los indicadores de accidentalidad laboral.

Las técnicas y herramientas empleadas se fundamentan en la recopilación de datos de series históricas y trabajo con expertos; además de otras propias de la Gestión del Riesgo Laboral. También se emplean técnicas relativas a la estadística multivariada.

Como principal resultado se identifican los elementos del clima de seguridad y salud en el trabajo de mayor significación estadística, (mayor incidencia) en la ocurrencia de los accidentes laborales, a partir de la utilización de modelos matemáticos, lo cual permite realizar la propuesta de un conjunto de acciones para disminuir este índice en las empresas estudiadas.

Introducción

En la actualidad, la utilización de las matemáticas tiene una connotación significativa para el modelado de diversos fenómenos acaecidos en la realidad empresarial. Por lo que se hace necesario vincular esta ciencia con la seguridad y salud en el trabajo, lo que posibilita la disminución de problemáticas entre las que se encuentra la accidentalidad laboral.

Las investigaciones relacionadas con accidentes laborales persiguen realizar análisis de indicadores, (incidencia, frecuencia, gravedad y coeficiente de mortalidad) que no conllevan a su causa esencial, y no permiten tomar las medidas preventivas pertinentes. Se pretende entonces trabajar con modelos matemáticos, que expliquen la relación entre variables críticas (número de incidentes, de lesiones leves, de lesiones con incapacidad y de accidentes mortales) y explicativas (evaluación de factores de riesgos laborales, clima de seguridad, entre otras); descubriendo de esta forma las variables explicativas que más inciden sobre la ocurrencia de los accidentes laborales y a partir de éstas, proyectar medidas preventivas para disminuir el valor de la variable crítica.

En diversas literaturas científicas han sido tratadas temáticas relativas a la causalidad de la ocurrencia de accidentes laborales y a la necesidad de realizar análisis con técnicas objetivas, antes y después de la ocurrencia de estos hechos. A su vez se han mencionado cuestiones relativas a los errores humanos, factores psicosociales, factores organizativos, y cuestiones novedosas relacionadas con el tema de la cultura y clima de seguridad, como variables predictivas al ser estudiadas en el área de la seguridad y salud en el trabajo, que con el paso del tiempo han sido insertadas en los análisis teóricos y empíricos relativos a la causalidad de accidentes laborales.

La última de las variables predictivas mencionadas, es el objetivo a tratar en esta investigación. Es denominada como un factor de naturaleza organizativa, resultado de "las decisiones y acciones de la dirección de la empresa en materia de seguridad". Muchos autores, como Tomas et al. (2005); Medina García et al. (2009) y Simard y Marchand (2010), señalan que existe una relacion directa entre esta variable y la ocurrencia de accidentes/incidentes laborales.

El clima de seguridad, ha sido empleado en la literatura sobre seguridad laboral, bien como antecedente de la siniestralidad laboral y como aspecto a medir para una correcta evaluación de la seguridad en la empresa. Esta variable ha generado abundante literatura, tanto teórica como empírica, y su utilidad aplicada resulta evidente.

Los resultados investigativos muestran la importancia central del clima de seguridad como factor organizacional que es necesario medir, mantener y promover por su efecto sobre variables claves del trabajador, lo que sugiere que, tanto desde la organización empresarial como sindical, cabe priorizar intervenciones psicosociales sobre el clima de seguridad, ya que son efectivas y viables por su asequibilidad o mayor facilidad en comparación con otro tipo de intervenciones.

Los autores consultados coinciden en plantear que mejorar el clima de seguridad de una empresa significa implicarse en el tema, siendo una buena forma de conseguir mejoras que se mantengan en el tiempo, llegándose a crear una cultura de seguridad (Zohar, 1980; Melia, 1998, García-Layunta, 2002; Oliver, 2005; Tomas et al., 2005; Medina García et al., 2009; Simard y Marchand (2010); Tsung-Chih et al., (2010);Arocena Garro et al., (2011).

El análisis bibliográfico realizado (desde una perspectiva cuantitativa), permite concluir, que de acuerdo al tema tratado, las investigaciones empíricas se orientan en gran medida hacia los estudios de clima de seguridad en un 46%, superando los temas relacionados al análisis de accidentalidad y costos; los que representan el 25% y 29% del total respectivamente. Estas cifras evidencian que el clima de seguridad es una variable con un fuerte poder predictivo en las investigaciones de los accidentes laborales.

En el el ámbito nacional se han encaminado estudios para que disminuyan cada vez más los índices de accidentalidad, los que se han aplicado a diferentes organizaciones, pero en su mayoría han carecido de la integración de todas las variables que inciden en su ocurrencia, asi como su análisis matemático. Dadas las tendencias actuales en el estudio de la temática es una valoración necesaria a efectuar en las empresas de la provincia y del país.

Tres empresas del Ministerio de Energía y Minas presentan cifras significativas de accidentes e incidentes laborales, las que constituyen casos de estudio del presente trabajo, definiéndose el problema de investigación: ¿Cómo identificar si el clima de seguridad es una variable que posee poder predictivo en la ocurrencia de accidentes e

incidentes en las empresas con cifras significativas de accidentalidad laboral, del Ministerio de Energía y Minas? Siendo el Objetivo General*:* Desarrollar un estudio de accidentes e incidentes laborales, haciendo uso de un modelo matemático en empresas con cifras significativas de accidentalidad laboral, pertenecientes al Ministerio de Energía y Minas.

Objetivos Específicos

1. Identificar el modelo matemático que posibilite explicar los accidentes e incidentes laborales en las empresas con cifras significativas de accidentalidad laboral en empresas pertenecientes al Ministerio de Energía y Minas.
2. Comprobar el poder predictivo del clima de seguridad y salud en el trabajo en la ocurrencia de accidentes e incidentes laborales.
3. Proponer un programa de medidas para la disminución de los accidentes e incidentes laborales para las empresas objeto de investigación, a partir de los resultados obtenidos en el análisis del modelo matemático.

Sección Experimental

Los instrumentos que miden el clima de seguridad y salud permiten obtener como resultado la percepción de los trabajadores en cuanto a políticas, formación, comunicación, planificación y control, así como promueve la generación de acciones que conlleven a desarrollar comportamientos seguros y la implicación personal de los trabajadores en actividades vinculadas con su bienestar en el trabajo. Para lograr este propósito, se utiliza la encuesta dada por Fernández Muñiz et al. (2006) siendo validada estadísticamente para las condiciones de las empresas del territorio nacional por Barrera García (2010). Las variables que se miden este instrumento, están relacionadas principalmente con la percepción de los trabajadores en cuanto a política de prevención, incentivo a los trabajadores, formación, comunicación, planificación y control en materia de seguridad y salud en el trabajo. La medición de estas variables se realiza en una escala Likert de cinco puntos, lo que posibilita la medición del clima de seguridad y a su vez, la toma de decisiones. Es utilizada a su vez, la disciplina relacionada con la estadística multivariada, aplicando para ello el análisis factorial, análisis de componentes principales y los modelos de regresión Poisson, Binomial Negativo y Logístico, que permiten explicar la relación entre la variable dependiente (Accidente Laboral) y las variables relacionadas con el clima de seguridad. Es válido destacar que se tendrán en cuenta los siguientes términos:

Instrumentos**:** Encuesta a utilizar ofrecida por Fernández Muñiz et al. (2006).

Variables: Aspectos que se cuestionan en número de factores en cada instrumento, tales como Gestión de la Seguridad y Salud (43 factores), Evaluación de Riesgos Labores y Satisfacción Laboral.

Factores**:** Ítems que agrupan las variables estudiadas sin haber realizado el análisis factorial, es decir, los puntos a tratar para el análisis de cada variable.

Componentes: Factores agrupados a partir de la utilización del análisis factorial, que luego se utilizarán en el modelo matemático, y tienen relación con las variables.

Resultados y Discusión

1. Análisis de accidentalidad laboral por organismos

En la Figura No.1 se muestra que sobresalen seis organismos que representan el 90% de la accidentalidad laboral en la región (del país) estudiada, y son: Poder Popular, Ministerio de la Agricultura (MINAG), Ministerio de Industria Alimenticia (MINAL), Ministerio de la Construcción (MICONS), Ministerio del Azúcar (MINAZ) y Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Es preciso destacar que el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es el organismo que está compuesto por el menor número de empresas (teniendo en cuenta la region del país analizada) en comparación con los organismos que lo superan en cuanto a accidentalidad laboral, esto contribuye a la trascendencia de sus cifras. Además vale resaltar para un mejor análisis de la siniestralidad laboral, el comportamiento de los indicadores relativos a este tema del MINEM, teniéndose en cuenta un período de 6 años. Se realiza una comparación considerándose el año 2012 y 2013, debido a que la investigación fue desarrollada en el último año mencionado.

- El MINEM es el cuarto organismo a nivel nacional con 188 accidentes de trabajo, 192 lesionados y 6 fallecidos.
- Es el segundo organismo que posee mayor número de hombres-días perdidos por accidentes de trabajo con 1 5951,1, y debido a años anteriores el primero con 5 390 hombres-días perdidos.
- En cuanto a los accidentes equiparados al trabajo, es el cuarto organismo con 74 y es el de más aumento con respecto al año anterior (2012) con 12 accidentes.
- También es el cuarto con respecto a lesiones por accidentes equiparados al trabajo con 74 y el tercero donde las mujeres sufren lesiones de este tipo.
- Es el tercero de mayor cifra de índice de incidencia con 2,1 lesionados por cada mil trabajadores.
- El segundo en cuanto al índice de frecuencia con 1,0 lesionados por cada millón de horas trabajadas y en aumentar dicho índice respecto al año anterior (2012) en 0,1.
- Respecto al coeficiente de mortalidad, es el tercer organismo de mayor cifra donde existe 31,3 fallecidos por cada mil lesionados por accidentes de trabajo, a pesar de ser el primero en disminuir en relación al año anterior (2012) en 20,3.

Los elementos anteriores sustentan la decisión de realizar el estudio de incidentes laborales en el MINEM.

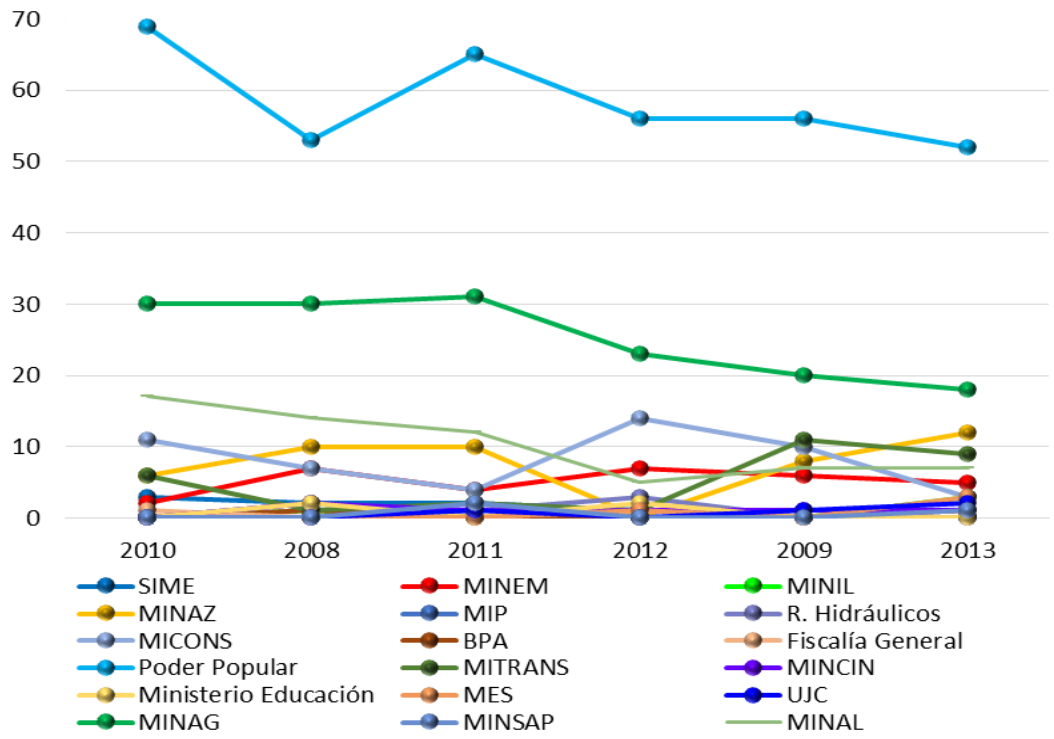


Figura No. 1. Comportamiento de la accidentalidad laboral (por años) de los 33 intituciones radicadas en la region estudiada. Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social.

Teniendo en cuenta las cifras emitidas por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social y en los Anuarios de la Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba, se escogen las empresas que reportan altas cifras de accidentes laborales pertenecientes al Ministerio de Energía y Minas, para realizar la investigación sobre clima de seguridad y salud en el trabajo. Estas razones explican el por qué son estudiadas estas empresas desde el punto vista preventivo laboral.

2. Aplicación del método de expertos.

Objetivo: Identificar las variables que medirán el clima de seguridad y salud en el trabajo en las empresas estudiadas.

Se realiza el método de expertos para conocer cuáles de las variables que conforman la encuesta escogida en la literatura científica pasan a formar parte del análisis factorial. Once (11) expertos dan su juicio individualmente. El equipo de trabajo queda conformado por los especialistas en seguridad y salud de la dirección provincial de trabajo, trabajadores de las propias empresas objetos de estudio, así como profesores que investigan en la temática pertenecientes a la Universidad de Cienfuegos, Cuba. Todos presentan un coeficiente de competencia alto, lo que demuestra que están aptos para emitir su juicio respecto al tema.

Para verificar si el juicio de los expertos es consistente o no, se utiliza el paquete de programas estadísticos IBM SPSS versión 20.0, obteniéndose como resultado el coeficiente de Kendall, con un valor de 0.8818672, aproximándose a 1, y la significación asintótica (0.0) menor que el nivel de confianza (0.05) establecido en la investigación,

además se utiliza la prueba de hipótesis χ^2, en la cual se cumple la región crítica. Por tanto se concluye que el juicio de los expertos es consistente demostrándose la validez de los resultados obtenidos en este paso.
Como resultado de la aplicación del método, se obtiene que inicialmente la encuesta que mide el clima seguridad y salud en el trabajo estaba conformada con un total de 43 variables, queda diseñada con 24, con las cuales se realiza el análisis estadístico multivariado. A continuación son presentados los resultados en las tres empresas estudiadas.

Caso de estudio No.1
Análisis matemático
Esta etapa está conformada por diversos pasos. Primeramente se realiza el escalamiento óptimo, luego se efectúa el análisis factorial. Seguidamente se requiere del uso de técnicas de regresión para encontrar el modelo matemático que explique la accidentalidad laboral, a partir de la medición del clima de seguridad y de otras variables independientes que inciden en este indicador.

3.1 Escalamiento óptimo
Objetivo**:** Transformar variables de tipo categóricas a métricas
Se realiza el escalamiento óptimo por la necesidad de trabajar con variables cuantitativas que garanticen un mejor ajuste del modelo, por lo que se deben transformar las variables de tipo categóricas a métricas; para el caso de variables nominales, las transformaciones deben realizarse de forma tal, que se conserve la correspondencia de las observaciones en cada categoría. Por tanto se utiliza el paquete de programa estadístico IBM SPSS versión 20.0 a través de la opción reducción de datos-escalamiento óptimo, quedando asignadas cuantificaciones numéricas a las categorías de cada variable, para posteriormente realizar el análisis factorial. En todos los casos los resultados obtenidos (coeficiente Alpha de Cronbach y % de varianza total explicada) son aceptables, superiores a 0,8.

3.2 Análisis factorial
Objetivo: Minimizar datos y determinar variables que pueden formar parte del análisis matemático.
El análisis factorial se realiza con las 24 variables relativas al clima de seguridad y salud, derivadas del método de expertos. Este procedimiento estadístico es realizado con el objetivo de encontrar una manera de resumir la información contenida en una serie de factores originales, en una más pequena de dimensiones compuestas con una mínima pérdida de información.
Diseño de análisis factorial relacionado con las variables asociadas a la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
Los resultados obtenidos en el análisis factorial relacionado con las variables asociadas al clima de seguridad y salud en el trabajo, permiten concluir que se cumple con los supuestos establecidos. Por lo que puede proseguirse con el análisis de reducción de factores.
Para este propósito es utilizado el método de los componentes principales, que es apropiado cuando el interés primordial se centra en la predicción o reducción del número

de factores necesarios para justificar la porción máxima de la varianza, representada en la serie de variables originales. Al observar las comunalidades, todas las variables se encuentran por encima de 0.5, por tanto pasan a formar parte del estudio. La matriz de pesos factoriales rotadas, muestra que todos los factores saturan en algún componente (según VARIMAX), quedando cuatro cargas factoriales superiores al valor de 0.50 preestablecido, las cuales son: Gestión Preventiva, Formación y Comunicación, Control Organizacional y por último Responsabilidad de la Dirección.

Además se realizaron análisis estadísticos idénticos al expuesto anteriormente, con otras variables que inciden en la ocurrencia de los incidentes laborales, por lo que la lista de variables independientes está compuesta no solo con las relativas al clima de seguridad y salud en el trabajo, sino a otras cuestiones técnicas relacionadas con los riesgos laborales y la conducta de los trabajadores. Esta inclusión enriquece el análisis, debido a que permite correlacionar el clima de seguridad con otras variables incidentes en estos hechos. Para la obtención del modelo matemático que explique la accidentalidad laboral en la empresa objeto de estudio, se cuenta con las siguientes variables:

- Variable dependiente: Accidentes laborales.
- Variables independientes: Aspectos del puesto de trabajo, Comunicación Organizacional, Gestión de la Seguridad, Distribución de las Funciones, Gestión Preventiva, Formación y Comunicación, Control Organizacional, Responsabilidad de la Dirección, Riesgos.

3.3 Selección e interpretación del modelo

Para la elección del modelo que mejor explique los accidentes laborales se utilizan: modelos de regresión logística, modelos de regresión *Poisson* y modelos de regresión binomial negativa. Para la comparación de los modelos se ha utilizado en primer lugar el *test* óptimo, basado en la regresión propuesta por Cameron y Trivedi (1990), para contrastar la sobredispersión o equidispersión en el modelo de Poisson. A continuación se procede al procesamiento de los datos para los tres modelos seleccionados, utilizando el Statgraphics Centurion XV, en el que se ajusta cada modelo, teniendo en cuenta la máxima verosimilitud que permite estimar los parámetros de un modelo probabilístico, de manera que sean los más factibles a partir de los datos obtenidos. A continuación se muestran los componentes, así como el modelo final de cada regresión utilizada.

Resumen de los modelos

Al comparar la significación estadística de los efectos de acuerdo al modelo de Regresión Logística (MRL), modelo de Regresión de Poisson (MRP) y al modelo de Regresión Binomial Negativa (MRBN), se obtienen resultados iguales en el caso de los dos últimos debido a que no hay sobredispersión en los datos. A continuación se muestra en la Tabla No.1 los componentes así como el modelo final de cada regresión utilizada.

Tabla No. 1. Modelos finales ajustados de las regresiones utilizadas. Fuente: Elaboración propia.

	Modelos Finales Ajustados
MRL	Accidentes = exp (eta)/(1+exp(eta)) eta = -4,63292 - 0,882158*Comunicación Organizacional - 1,0124*Formación y Comunicación - 1,6986*Gestión de la Seguridad - 1,05741*Responsabilidad de la Dirección.
MRP	Accidentes = exp (-4,49716 - 0,75533*Comunicación Organizacional - 0,841783*Formación y Comunicación - 1,4949*Gestión de la Seguridad - 0,914225*Responsabilidad de la Dirección).
MRBN	Accidentes = exp (-4,49716 - 0,75533*Comunicación Organizacional - 0,841783*Formación y Comunicación - 1,4949*Gestión de la Seguridad - 0,914225*Responsabilidad de la Dirección).

En la Tabla No. 2 se presentan los valores del porcentaje de desviación explicado y del porcentaje ajustado, obtenidos para los tres modelos.

Tabla No. 2. Porcentaje de desviación explicado y ajustado para los modelos estudiados. Fuente: Elaboración propia.

	Modelo de Regresión Logística (MRL)	Modelo de Regresión de Poisson (MRP)	Modelo de Regresión Binomial Negativa (MRBN)
Ajuste	**Accidentes**		
Porcentaje de desviación explicado	31,2508	38,0846	38,0846
Porcentaje ajustado	22,4196	26,2026	26,2026

De la Tabla anterior se concluye que el modelo de Regresión de Poisson y el modelo de Regresión Binomial Negativa, tienen igual porcentaje de desviación explicado y porcentaje ajustado, además, en la Tabla No.1 se muestra que el modelo final ajustado es el mismo. Esto se debe a que ambos tipos de regresión son aconsejables, cuando la variable dependiente es de tipo recuento, pero el modelo de Regresión Binomial Negativa es bueno, cuando existen sobredispersión o equidispersión en los datos, y el de Poisson debe cumplir como supuesto fundamental la equidispersión.

Otro resultado es que tanto el modelo de Regresión de Poisson como el modelo de Regresión Binomial Negativa, presentan mejor porcentaje de desviación y ajuste que el modelo de Regresión Logística, por lo cual se descarta este último para el análisis posterior.

El modelo finalmente seleccionado para la variable criterio, es el modelo de regresión Binomial Negativa, debido a que es efectiva cuando existe sobredispersión en los datos y es el caso que ocupa al presente trabajo.
Téngase en cuenta que estas variables son las que inciden en los accidentes laborales, y las que fueron identificadas en el diagnóstico del proceso de Prevención de Riesgos Laborales y el análisis de siniestralidad como debilidades en investigaciones realizadas a la par con el presente trabajo, validándose desde el punto práctico los resultados obtenidos en el analisis matemático.

Al identificar las variables independientes, evidenciado en el apartado "Diseño del análisis factorial", estas pasan a formar parte del modelo matemático, por tanto se puede observar que de las nueve (9) variables identificadas, cuatro (4) están relacionadas con el clima de seguridad. En el modelo resultante se observa que todas las variables de mayor incidencia pertenecen al clima de seguridad; esto demuestra lo dispuesto en las investigaciones empíricas consultadas, las cuales expresan en sus resultados el poder predictivo del clima de seguridad respecto a la ocurrencia de los accidentes laborales. Procedimientos similares fueron desarrollados en las dos organizaciones restantes, cuyos resultados se muestran a continuación de forma resumida.

Caso de estudio No.2
Los resultados del análisis de componentes principales, así como del análisis factorial, métodos que permiten identificar variables del clima de seguridad, que pasan a formar parte del análisis con los modelos de regresión, acceden a determinar cuatro componentes. Estas son: Gestión Preventiva, Responsabilidad de la Dirección, Planificación Formativa.
Al comparar estos resultados con los obtenidos en el diagnóstico del proceso de gestión de la seguridad realizado, se comprueba que existe reiteración en lo obtenido con el análisis estadístico efectuado, validándose desde el punto de vista práctico.
De manera similar al caso de estudio anterior, se le aplicó el análisis de componentes principales y el análisis factorial a diversas variables independientes, relativas a otras categorías que pueden incidir en la ocurrencia de los incidentes, propiciando de esta forma, establecer una correlación y así demostrar el poder predictivo de la variable clima de seguridad y salud en el trabajo. Por tanto, para la obtención del modelo matemático que explique la accidentalidad laboral en la empresa objeto de estudio, se cuenta con las siguientes variables:

- Variable dependiente: Incidentes laborales.
- Variables independientes: Obligaciones de Seguridad, Aspectos Conductuales, Gestión Preventiva, Responsabilidad de la Dirección, Planificación Formativa, Riesgos de Origen Tecnológico (I), Riesgos de Origen Tecnológico (II), Riesgos Físicos, Riesgos Mecánicos.

A continuación se muestran los datos obtenidos a partir de su procesamiento para los tres modelos seleccionados, utilizando el Statgraphics Centurion XV. La Tabla No.3 muestra los componentes, así como el modelo final de cada regresión utilizada.

Tabla No. 3. Modelos finales ajustados de las regresiones utilizadas. Fuente: Elaboración propia.

	Modelos Finales Ajustados
MRL	Incidentes Laborales = exp(eta)/(1+exp(eta)) donde eta = - 0,0725216 + 1,04491*Obligaciones de seguridad + 1,33619*Aspectos conductuales + 0,463083*Gestión preventiva + 0,736308* Planificación formativa
MRP	Incidentes Laborales = exp (- 0,771324 + 0,695081* Obligaciones de seguridad + 0,598496* Aspectos conductuales)
MRBN	Incidentes Laborales = exp (- 0,771324 + 0,695081* Obligaciones de seguridad + 0,598496* Aspectos conductuales)

En la Tabla No. 4 se presentan los valores del porcentaje de desviación explicado y del porcentaje ajustado, obtenidos para los tres modelos.

Tabla No. 4. Porcentaje de desviación explicado y ajustado para los modelos estudiados. Fuente: Elaboración propia.

	MRL	MRP	MRBN
Ajuste	**Incidentes**		
Porcentaje de desviación explicado	22,0256	16,0176	16,0176
Porcentaje ajustado	16,3018	8,55673	8,55673

De la Tabla anterior se concluye que el modelo de Regresión de Poisson y el modelo de Regresión Binomial Negativa tienen igual porcentaje de desviación explicado y porcentaje ajustado, además en la Tabla No.3 se muestra que el modelo final ajustado es el mismo. En la investigación los datos no muestran sobredispersión porque la varianza es menor que la media, por tanto ambos modelos arrojan iguales resultados; ante esta situación se puede seleccionar uno u otro indistintamente.

Como conclusión de este paso, el modelo seleccionado para describir la relación entre incidentes laborales y las variables independientes es el de Regresión Logística, debido a que cuenta con un mayor porcentaje de desviación explicado y porcentaje ajustado (Ver Tabla No. 4).

Las variables independientes identificadas que pasan a formar parte del modelo matemático, son nueve (9), de ellas tres (3) permiten medir el clima de seguridad. Al observar los resultados del modelo escogido se puede detectar que dos (2) de las variables que explican la accidentalidad laboral, están contenidas dentro del clima de seguridad, demostrándose la incidencia de esta causa que origina la ocurrencia de accidentes laborales.

Caso de estudio No. 3

Los resultados del análisis de componentes principales, así como del análisis factorial, permiten determinar que son cinco componentes las que pasan a formar parte del análisis con los modelos de regresión. Estas son: Cumplimiento de la Legislación,

Planificación de la Prevención, Formación en Prevención, Actualización de la Gestión de Riesgos Laborales y por ultimo la Política.
Las variables identificadas son:

- Variable dependiente: Accidentes laborales ocurridos a cada individuo durante el período 2006-2010 (5 años).
- Variables independientes: Compromiso de la Dirección, Condiciones Laborales, Supervisión, Cumplimiento de la Legislación, Planificación de la Prevención, Formación en Prevención, Actualización de la Gestión de Riesgos Laborales, Política, Riesgos.

Resumen de los modelos

Al comparar la significación estadística de los efectos de acuerdo al modelo de Regresión Logística (MRL), modelo de Regresión Poisson (MRP) y al modelo de Regresión Binomial Negativo (MRBN) se obtienen resultados iguales en el caso de los dos últimos, debido a que no hay sobredispersión en los datos. A continuación se muestran en la Tabla No.5 los componentes así como el modelo final de cada regresión utilizada.

Tabla No. 5. Modelos finales ajustados de las regresiones utilizadas. *Fuente:* Elaboración propia.

	Modelo Final Ajustado
MRL	Accidentes Laborales = exp(eta)/(1+exp(eta))donde eta = -9,82066 - 3,60431* Compromiso de la Dirección - 2,56811* Cumplimiento de la Legislación - 7,12273* Formación en Prevención - 3,02833* Actualización de la Gestión de Riesgos Laborales - 5,35337* Política
MRP	Accidentes Laborales = exp(-5,71197 + 1,65921* Planificación de la Prevención - 4,06726* Formación en Prevención - 3,89328* Actualización de la Gestión de Riesgos Laborales)
MRBN	Accidentes Laborales = exp(-5,71197 + 1,65921* Planificación de la Prevención - 4,06726* Formación en Prevención - 3,89328* Actualización de la Gestión de Riesgos Laborales)

En la Tabla No. 6 se presentan los valores del porcentaje de desviación explicado y del porcentaje ajustado, obtenidos para los tres modelos.

Tabla No. 6. Porcentaje de desviación explicado y ajustado para los modelos estudiados. *Fuente*: Elaboración propia.

	Modelo de Regresión Logístico (MRL)	**Modelo de Regresión de Poisson (MRP)**	**Modelo de Regresión Binomial Negativo (MRBN)**
Ajuste	**Accidentes**		
Porcentaje de desviación explicado	68,2197	45.896	45.896
Porcentaje ajustado	25.6721	6.90887	6.90887

De la tabla anterior se concluye que el modelo de Regresión de Poisson y el modelo de Regresión Binomial Negativo tienen igual porcentaje de desviación explicado y porcentaje ajustado. Además en la Tabla No.5, se muestra que el modelo final ajustado es el mismo, por tanto ambos modelos arrojan iguales resultados. Ante esta situación se

puede seleccionar uno u otro modelo indistintamente, pero el finalmente seleccionado para describir la relación entre accidentes y las variables independientes es el de Regresión Logística, debido a que este cuenta con un mayor porcentaje de desviación explicado y porcentaje ajustado (Ver Tabla No.6).

Al igual que en los dos casos analizados ateriormente, estas variables son las que inciden en la accidentalidad laboral y las que fueron identificadas en el diagnóstico del proceso de Prevención de Riesgos Laborales y el análisis de siniestralidad como debilidades, lo que valida desde el punto de vista práctico los resultados obtenidos. En la Tabla No.5 puede observase que todas las variables identificadas forman parte del clima de seguridad y salud en el trabajo, corroborándose con esta última aplicación práctica, la capacidad de predecir los accidentes laborales que posee este factor.

3. Proyección de las medidas preventivas en función de los resultados obtenidos

Objetivo**:** Elaborar un conjunto de medidas preventivas para minimizar el efecto de las variables identificadas como significativas en la etapa anterior.

El objetivo perseguido en esta etapa permite disminuir la probabilidad de materialización de factores de riesgos presentes, durante la ejecución de las diferentes actividades. Es por ello que se hace necesario la elaboración e implementación de programas de mejoras, relativos a la Prevención de Riesgos Laborales, que incluyan actividades, niveles involucrados, evaluación y planificación de acciones preventivas.

El análisis realizado, permitió la identificación de los componentes de influencia significativa en la ocurrencia de accidentes laborales. Por lo que se proponen un conjunto de acciones de mejoras que deben ser tenidas en cuenta por la dirección de las empresas objeto de estudio, lo cual posibilitaría la disminución de los accidentes/incidentes laborales. Se realizaron dichas propuestas e indicadores para evaluar su cumplimiento de cada acción de mejora. Cabe destacar que dentro de estos planes se indican una serie de medidas que conllevan a la realización de otras investigaciones referidas al procedimiento de “Análisis de Riesgos Psicosociales”, “Diseño de Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud” y “Análisis Ergonómico del Trabajo”, que indican de manera específica la solución a la que se quiere llegar. A su vez, se considera imprescindible establecer planes para la formación en prevencion de riesgos laborales para todos los trabajadores, como una forma de crear cultura en seguridad y salud laboral en todos los niveles organizacionales.

Conclusiones

1. La investigación realiza un aporte práctico a supuestos teóricos y trabajos de campo que le anteceden, al comprobarse la hipótesis de que el uso de la estadística multivariada y el análisis de regresión, unido a la aplicación de técnicas propias de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, identifican de manera objetiva variables que han incidido en la ocurrencia de accidentes laborales, propiciando la elaboración de planes de mejora para su control. Todo ello posibilita una mayor profundización al efectuar estudios sobre este tema en las organizaciones que presentan cifras significativas de estos hechos súbitos.

1. El análisis de diferentes modelos matemáticos desarrollados para explicar la accidentalidad laboral en las empresas estudiadas, permite identificar que el de regresión binomial negativa y el de regresión logística brindan resultados con un menor margen de error y posibilita seleccionar como variables con influencia significativa en la accidentalidad laboral, variables relativas al clima de seguridad; comprobándose de esta

manera lo expresado en investigaciones empíricas que plantean la incidencia significativa de esta variable en la predicción de los accidentes e incidentes laborales.

Agradecimientos.

Especiales agradecimientos a las entidades con ayuda de las cuales se conformó la base informativa de esta investigación; son ellas:
Empresas del Ministerio de Energía y Minas, de la provincia Cienfuegos, Cuba

Referencias

1. A.G. Pablo; N.A. Imanol; V.R. Mikel. 2011, 29. El impacto de la prevención de riesgos laborales y los factores organizativos en la siniestralidad laboral.
2. A.C. Cameron; P.K. Trivedi. 1990, Vol. 46(No.3):347 – 364. Regression-based tests for overdispersion in the Poisson model. Journal of Econometrics.
3. B.F. Muñiz; J.M. Peón; C.V. Ordás. 2006, Vol. 12 (No. 3):77 – 93. Desarrollo y validación de una escala de medición para el sistema de gestión de la seguridad laboral. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa.
4. M. Garcia-Layunta; A. Oliver; J. M.Tomas; F. Verdœ; G. Zaragoza. 2002. Factores psicosociales influyentes en la ocurrencia de accidentes laborales.
5. W. Gardner; E.P. Mulvey; E.C.Shaw. 1995, Vol. 118(No.3):392 - 404 Regression analysis of counts and rates: Poisson, Overdispersed Poisson and Negative Binomial Models.
6. J. F. Hair; R. E. Anderson; R. L.Tatham. 1999. Análisis Multivariante. Quinta edición ed. Madrid: Prentice Hall International.
7. J. K. Lindsey. 1995. Introductory Statistics: A Modelling Approach.
8. Long, J. S. 1997. Regression models for categorical and limited dependent variables.
9. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 1997.
10. J.E. Medina; J.L. Cevallos; R.J. Sojos. 2009, 1-6. Identificación de factores de siniestrabilidad laboral de una empresa dedicada a la producción de equipos eléctricos.
11. J. L. Melia; J.M. Peiro. 1998, 5. Cuestionario de Satisfacción Laboral S20/23. Psicología de la Seguridad Laboral.
12. J. M. Tomas; A. Vheyna. 2005, 253-268. Clima de seguridad laboral: naturaleza y poder predictivo .Revista de psicología del trabajo y de las organizaciones. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
13. M. Simard; A. Marchand. 1995, 113-129. A multilevel analysis of organizational factors related to the taking of safety initiatives by work groups. ScienceDirect.com - Safety Science
14. J. M. Tomás; M. F. Rodrigo; A. Oliver. 2005, Vol. 17(No. 1). Modelos lineales y no lineales en la explicación de la siniestralidad laboral. Psicothema.
15. W. Tsung-Chih; S. Sen-Yu. 2010,423-431. Predicting safety culture: The roles of employer, operations manager and safety professional. ScienceDirect.com - Journal of Safety Research.
16. D. Zohar. 1980,96-102. Safety climate in industrial organisations: theoretical and applied implications. Journal of Applied Psychology.

MODELO DE EVALUACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA, BASADO EN BALANCED SCORECARD, PARA LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO PRÁCTICO UNIVERSIDAD DE OTAVALO, ECUADOR

Ing. P. Baldeón Egas[1], PhD. L. Diaz Gispert[2]

[1] Universidad de Otavalo, Ave Los Sarances y Pendoneros, Otavalo, província Imbabura, Ecuador - pbaldeon@uotavalo.edu.ec; [2]Universidad de Otavalo, Ave Los Sarances y Pendoneros, Otavalo, província Imbabura, Ecuador, - lidiadg2914@hotmail.com

- ***Área de participación**: Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad.*

Resumen

El contenido de la educación superior está sometida a importantes transformaciones. La introducción de las nuevas tecnologías de la información en el ambiente académico y la progresiva competencia en la actividad investigadora, influenciado por el proceso globalizador del conocimiento, ha provocado que la educación superior tenga la necesidad de implantar técnicas importadas del mundo de la gestión empresarial, para aumentar la competitividad de sus instituciones. Con el uso de estas técnicas, se intenta que las universidades se "perfeccionen en sus procesos sustantivos" y "sean más competitivas".

La planificación estratégica, es uno de los ejes fundamentales del sistema de planificación de las Instituciones de Educación Superior (IES) en el Ecuador, y dentro de su contenido se destacan el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) y el Plan Operativo Anual, (POA) que están alineados a la misión y visión institucional, por el cual permiten el uso acentuado de técnicas analíticas como es el caso de la planificación estratégica.

En este contexto las IES enfrentan el desafío técnico, institucional y de recursos, de liderar procesos de planificación que constituyen referentes efectivos para la toma de decisiones. Utilizando la metodología del Balanced Scorecard (BSC), se logra obtener la información automatizada de la planificación estratégica, fundamentada científicamente para que planes y actividades, en caso de tener algún inconveniente contarán con reportes personalizados en línea y gráficos semafóricos, que visualmente ilustran el estado de las actividades que se relacionan con los siguientes contenidos: academia, investigación, vinculación con la sociedad y administración.

Introducción

"La educación superior ha dado sobradas pruebas de su viabilidad a lo largo de los siglos y de su capacidad para transformarse y propiciar el cambio y el progreso de la sociedad…la propia educación superior ha de emprender la transformación y la renovación más radicales". UNESCO (1998).

El nuevo horizonte mundial está representado por la prontitud del cambio, la globalización, el multiculturalismo, la revolución tecnológica y la redefinición de valores entre otros. Lo anterior, ha empujado a las instituciones de educación superior a realizar ajustes en su forma de planificar y emprender estrategias: transforman los modelos curriculares, diversifican la oferta y cambian la forma de administrarse (Aguilar, 2008).

Las instituciones de educación superior enfrentan hoy día el reto de responder a las expectativas de las personas, que buscan conseguir una formación que les de acceso a desenvolverse en un mundo laboral, de un modo eficiente y eficaz. En este sentido, en la medida que las IES logren alcanzar un proceso de mejora constante relativo al fenómeno educativo, disfrutarán de mayores posibilidades de satisfacer esas expectativas; aquí radica la necesidad y funcionalidad de la planificación en la educación superior.

La planificación no resolverá todos los problemas que se tienen pero puede resultar un medio útil para las instituciones que realmente desean encauzar sus esfuerzos (tanto materiales como humanos) al óptimo aprovechamiento de sus recursos, porque la planificación es un medio que permite alcanzar visiones de futuro. (Gutiérrez, 2010)

Estudiantes e instituciones, están sumergidos en un medio representado por condiciones de incertidumbre y complejidad, donde el concepto de excelencia ha evolucionado de una perspectiva individual, a una asentada en el conocimiento como actividad socialmente participada. (Mendoza, 2010)

No obstante es objetivo de esta investigación demostrar como la planificación estratégica, basada en el Balance Scorecard aplicada a la educación superior, sirve para cumplir con los objetivos que se le asigna en su papel de herramienta de ayuda a la gestión de los procesos universitarios.

El campo de acción está vinculado con los sistemas de información estratégica aplicados a la gestión universitaria para apoyar a la planificación, monitoreo, evaluación y toma de decisiones de las IES, la que se considerada como su marco referencial.

Fundamento Teórico

Las instituciones de educación superior son parte integrante de un sistema abierto. En ellas se forma el pensamiento más avanzado de la sociedad, característica ésta que da la posibilidad de un intercambio y socialización constante de conocimientos, en un medio sometido a una dinámica globalizadora, desde el punto de vista económico, social y ambiental, que incide directamente en las respuestas a sus procesos sustantivos esenciales, es decir docencia, investigación y vinculación.

Al hablar de planificación estratégica, se hace necesario analizar término por término, ya que consta de dos palabras técnicas básicas como es: la planificación y la estrategia. En conjunto una planificación estratégica es el desarrollo de estrategias técnicas en una planificación coherente y sistematizada. Solo así se percibe la dimensión e importancia de la planificación estratégica.

Según Aranda, (2007) la "Planificación, es la acción o resultado de organizar procesos, tareas o actividades mediante responsables, tiempos, recursos, metas y son medibles. La Estrategia, es un conjunto de acciones que se implementarán en un determinado objetivo en futuro, y la Sistematización, son procesos que tienen como fin ordenar una

serie de elementos o pasos, en un conjunto de acciones que se implementarán con un objetivo explícito, es decir en el resultado de organizar procesos, tareas o actividades mediante responsables, tiempos, recursos, metas que sean medibles".

El concepto de planificación estratégica ha sido definido a lo largo del tiempo por muchos autores de una u otra manera, pero se puede asociar con el criterio de garantizar el cumplimiento del propósito basado generalmente en estrategias, plan y actividades, para la toma de decisiones.

Según Kotler, (1990) la Planificación Estratégica es el proceso gerencial de desarrollar y mantener una dirección estratégica que pueda alinear las metas y recursos de la organización con sus oportunidades cambiantes de mercadeo.

La planeación y/o planificación estratégica se puede definir como el arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones inter funcionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos. (Carreto, 2008).

En Dipres, (2003) se señala que es un proceso de evaluación sistemática de la naturaleza de un negocio, definiendo los objetivos a largo plazo, identificando metas y objetivos cuantitativos, desarrollando estrategias para alcanzar estos objetivos, localizando los recursos necesarios para tal propósito.

Entonces, un plan estratégico además de cumplir con los objetivos, demanda de una estructura, un sistema de comunicación, sostenibilidad, flexibilidad y evaluación de sus proyecciones, conjuntamente con la participación de los implicados de la organización en su visión y aplicación valorativa.

La planeación o planificación estratégica es un proceso por el que de forma sistemática y participativa, las instituciones de educación superior identifican y adoptan las mejores acciones para alcanzar sus objetivos. Es significativo señalar que la planificación estratégica empieza con un ejercicio de formulación de una visión que reconozca a cuestiones clave como ¿dónde estamos hoy?, ¿qué nos hace diferentes?, ¿dónde queremos ir? y ¿cómo podemos llegar a donde queremos ir? (Buller, 2007).

En años atrás, en el ámbito de la educación superior, normalmente no se trabajaba de manera alineada al Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) y con el Plan Operativo Anual (POA), y por tanto no se tenía en cuenta la misión y visión institucional. En la actualidad los organismos de control de la educación superior solicitan que los planes se deben realizar en base a la planificación estratégica y considerar el PEDI y POA como documentos de trabajo en las Instituciones de Educación Superior (IES).

La planificación estratégica parte del supuesto de que el futuro es socialmente construido, y por tanto resultante de un compromiso basado en un consenso amplio y sustentado con evidencias del estado actual de la institución y de las tendencias futuras de las fuerzas que la determinan." (Miranda, 2011)

De acuerdo a la Resolución, Nº. 001-071-CEAACES-2013 del “Reglamento para la determinación de los resultados del proceso de evaluación, acreditación y categorización de la universidades y escuelas politécnicas”, Capítulo VI, de los planes de fortalecimiento institucional y de los planes de mejoras, en el Art. 18, Del plan de fortalecimiento institucional, “Las universidades y escuelas politécnicas ubicadas en categoría “D” deberán presentar al CEAACES, en el término máximo de 60 días contados desde la fecha en que se notifiquen la resolución, un plan de fortalecimiento institucional que les permita ubicarse al menos en categoría “C”, el cual deberá ser aprobado por el Pleno del CEAACES en el término máximo de 30 días, previo informe de la Comisión Permanente de Evaluación, Acreditación y Categorización de Universidades y Escuelas Politécnicas.” (CEAACES, 2013, pág. 8)

El 12 de abril de 2012 fue un día crucial para la educacional superior ecuatoriana. El CEAACES suspendió de forma inmediata y definitiva 14 universidades privadas. Esta acción fue el resultado de un proceso de evaluación y depuración realizado por el desaparecido Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (CONEA), que clasificó a todas las universidades en cinco categorías y ubicó a 26 universidades en la categoría ‘E’, por falta de calidad.

La Universidad de Otavalo, de acuerdo al proceso de evaluación y acreditación de las IES desarrollado en abril del 2012, se ubicó en la categoría “D”. A partir de ese momento, comenzó todo un proceso de perfeccionamiento y mejora de sus procesos sustantivos, que se materializa actualmente en el Plan de Fortalecimiento aprobado en abril 2014, y tienen como sustento los indicadores internacionales de los procesos sustantivos de la educación superior, los indicadores de acuerdo al Modelo de Evaluación Institucional que el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Ceaaces) ha socializado para la evaluación, y los indicadores propios de la Universidad de Otavalo, de tal forma que en el mes de abril del 2015, se realizará la evaluación del Plan de Fortalecimiento para la acreditación y re categorización de la universidad.

Según los representantes universitarios el nuevo modelo está más apegado a la realidad de las universidades ecuatorianas. Lo importante es que se trabajará en temas conocidos como la academia, la investigación, la infraestructura y la eficiencia administrativa y académica.

De acuerdo a los nuevos procesos de evaluación, acreditación y categorización para las IES, se constata que los planes de fortalecimiento de las universidades ubicadas en la categoría “D”, están basados en la Planificación Estratégica que nace desde la misión y visión institucional, estrategias, tareas, actividades, tiempos, responsables y sobre todo el monitoreo y evaluación.

De algunas experiencias de otras universidades a nivel internacional y nacional, se constata que las investigaciones realizadas son basadas en el diseño e implementación de un sistema de planificación estratégica, y por tanto no se ha pasado al nivel de monitorear y evaluar cada actividad de la planificación.

Uno de los principales problemas de las IES, es que no se posee un sistema de monitoreo y evaluación para la planificación estratégica, lo cual se queda en muchos de los casos en la parte teórica o desarrollo del plan, no en la etapa de ejecución y monitoreo de cada actividad.

La carencia de la etapa intermedia en la planificación estratégica conlleva a una ineficaz ejecución de sus estrategias, que pueden ser solventadas mediante la utilización de la metodología del Balanced Scorecard, es decir el uso de un software de monitoreo y evaluación, de forma tal que se dé cumplimento a lo reglamentado por el CEAACES. En la resolución Nº. 001-071-CEAACES-2013, que plantea que todas las universidades o escuelas politécnicas según la categoría deberán presentar el plan de fortalecimiento institucional o el plan de mejoras según corresponda. Este plan será primeramente aprobado por el CEAACES, luego monitoreado de acuerdo a los objetivos planteados, indicadores, medios de verificación, actividades, presupuesto y finalmente evaluado el cumplimiento de cada actividad de acuerdo al cronograma de trabajo.

Por tal motivo, la inexistencia de un modelo de monitoreo y evaluación de la planificación estratégica fundamentado científicamente, podría provocar el incumplimiento de lo planificado en los indicadores de evaluación.

El principal efecto del problema, es la no re categorización institucional, en las universidades o escuelas politécnicas que se encuentran en categoría “D”, pues pueden correr el riesgo de que sean cerradas definitivamente.

Por tanto, acorde con lo normado en el “Articulo. 17, “Las universidades y escuelas politécnicas ubicadas en categoría “D” según lo determine el CEAACES, deberán cumplir un plan de fortalecimiento institucional que les permita ubicarse al menos en categoría “C”, considerando lo establecido en el presente Reglamento.

El CEAACES iniciará un nuevo proceso de evaluación a las universidades y escuelas politécnicas ubicadas en categoría “D”, después de trascurrido al menos un año de la resolución en la que establezca la categoría de la institución de educación superior.” (CEAACES, 2013, pág. 8)

Con la implementación del presente proyecto, las IES contarán con un modelo de monitoreo y evaluación del plan, científicamente fundamentado para que todas sus estrategias, planes y actividades se desarrollen de la mejor manera, y en caso de tener algún inconveniente en el transcurso de la ejecución, el sistema direcciona a los usuarios los respectivos correctivos para la toma de decisiones, ya que contarán con reportes personalizados en línea y con gráficos que visualmente pueden dar cuenta del estado de las actividades, atendiendo a los verificadores ingresados por cada responsable.

La Universidad de Otavalo, (UO) cita en el cantón del mismo nombre, provincia de Imbabura, Ecuador, comenzó a tomar cuerpo en el año 1996, aunque tuvo sus

antecedentes desde los años 1970-71 en lo que se llamó Instituto Otavaleño de Antropología. (IOA)

La UO fue aprobada mediante la Ley Nº 2002-96, publicada en el Registro Oficial Nº 731 de 24-12-02, estatuto aprobado por el Consejo Superior de Universidades y Escuelas Politécnicas (CONESUP) con resolución Nº RCPSS10-227-04 de 20-05-04.

Desde su fundación el objetivo mayor es el de conseguir el mejoramiento de la calidad humana e intelectual de los estudiantes universitarios, haciendo hincapié en la excelencia del proceso de su formación académica.

Se declara como Misión la siguiente: "Somos una institución multicultural autofinanciada, que garantiza la calidad de la educación superior de grado, mediante la formación de profesionales a cuyos conocimientos científico-técnicos se aúna la formación ética, solidaria y creativa, de modo que contribuyan decisivamente al desarrollo local, regional y nacional.

Siendo su Visión: "Ser, para el año 2020, una universidad pluricultural reconocida en la Sierra Norte del Ecuador por su compromiso con el buen vivir de los ecuatorianos; interactuar en redes de educación superior y generar conocimiento humanístico-social y científico de forma sustentable.

En el caso práctico que se investiga, el modelo de monitoreo y evaluación de la planificación estratégica, el Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral es un modelo que se convierte en una herramienta útil para la gestión estratégica. Se asienta en la definición de objetivos estratégicos, indicadores e iniciativas estratégicas, implantando las relaciones causa efecto a través del mapa estratégico en cuatro perspectivas base; financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje-crecimiento, es decir convierte la estrategia en objetivos directamente relacionados y que serán medidos a través de indicadores, ordenados a iniciativas. El éxito en la implementación del BSC es la participación de personas de diferentes niveles y áreas de la organización. Por tanto el BSC se admite como un proceso descendente que radica en traducir la misión y la estrategia global de la empresa en objetivos y medidas más concretos que puedan inducir a la acción empresarial oportuna y relevante (Blanco, Aibar y Cantorna ,1999).

La generalidad de las organizaciones presentes reconocen que la ventaja competitiva resulta más del conocimiento, de las capacidades y las relaciones espirituales creadas por los empleados, que de las inversiones en activos físicos. La aplicación de la estrategia pretende, que todos los empleados, las unidades de negocio y de apoyo, estén alineadas y vinculadas a la estrategia Kaplan y Norton (2001). Kaplan y Norton (1992) diseñan el Balanced Scorecard como un instrumento para medir resultados, partiendo de la base del establecimiento de indicadores financieros y no financieros derivados de la visión, misión y estrategia de la empresa, por lo que se convierte en una herramienta para gestionar la estrategia.

El Balanced Scoredcard (BSC) muestra una metodología que supedita la estrategia de la organización con la acción, de acuerdo a lo que establecen Norton y Kaplan (2001), y tiene como objetivo esencial convertir esta estrategia en acción y resultados a través de la alineación de los objetivos de las perspectivas financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje y desarrollo.

Altair (2005) señala que el presente y el futuro inmediato del BSC, es el convertirse en una herramienta clave para la gestión del cambio estratégico en las organizaciones, un nuevo instrumento de gestión empresarial, que admita acomodarse velozmente a los frecuentes cambios de dirección estratégica, causados por un entorno competitivo cada vez más demandante.

De este análisis de deduce que los principales beneficiarios son las IES, ya que mediante el empleo y administración del modelo de monitoreo y evaluación de los planes estratégicos, se ayudará a cumplir con los indicadores para la acreditación y re categorización institucional, y de esta forma lograr mayor acceso de estudiantes a la institución.

Teniendo en cuenta estos elementos, el BSC para las IES, formará parte en el Sistema de Información Estratégica aplicado a la Gestión Universitaria (SIE-GU), que es el sistema integrado de todas las aplicaciones de la Universidad de Otavalo. Sus directivos serán beneficiarios directos, pues mediante el acceso a la información automatizada de las actividades del plan estratégico, pueden evaluar resultados de avances del cumplimiento de cada actividad.

La Comisión de Evaluación Interna es también un beneficiario directo, porque es ésta la encargada del seguimiento, monitoreo, evaluación y cumplimiento de los planes estratégicos. Con la automatización de este proceso, se tiene una herramienta efectiva para tener la información total y relevante en línea, y de esta manera realizar el monitoreo y evaluación de cada actividad. (Ver Figura No.1)

Los estudiantes, padres de familia, la sociedad y las entidades de control y evaluación de la educación superior, son los beneficiarios indirectos, de forma tal que con la utilización del modelo de monitoreo y evaluación de la planificación estratégica, se favorecen con el cumplimiento del plan, porque si la institución se acredita y se recategoriza, los estudiantes tendrán continuidad con el estudio, la sociedad tendría a disposición una IES con prestigio y los entes de control y evaluación no tendrían que pasar por el proceso de cierre de instituciones.

Organización Metodológica

La investigación se fundamenta en el paradigma cualitativo y dentro de éste básicamente en la investigación acción. Soluciona una problemática puntual que permite científicamente cubrir un problema expuesto en los antecedentes. Por tal razón, los métodos, técnicas e instrumentos que proporciona la metodología de la investigación científica, serán de vital importancia y trascendencia en el desarrollo del

proyecto del modelo de monitoreo y evaluación para la planificación estratégica, basado en el BSC en la Universidad de Otavalo.

El modelo metodológico a seguir se estructura de la siguiente forma:

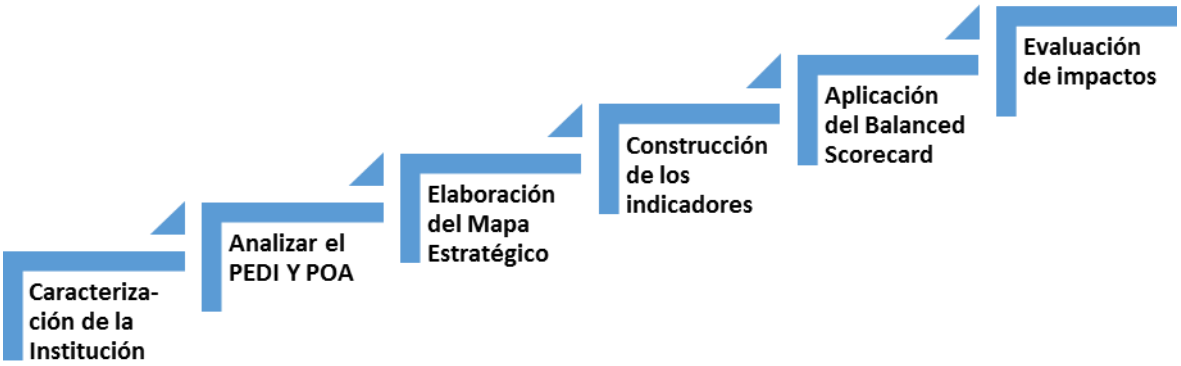


Figura No. 1 Modelo metodológico para la planificación estratégica
Fuente: Elaboración propia

1. **Caracterización de la Institución**

   Se realiza una revisión de 360 grados de la institución de educación superior, para obtener un punto de inicio sobre la realidad y avance en los objetivos planteados, así como también se analiza minuciosamente la misión y visión de la IES, para conocer el enfoque de la institución.

   Para desarrollar un análisis general de los procesos sustantivos de la institución, estos se descomponen en tres niveles, en los cuales se estudian las variables claves que permiten identificar los problemas.

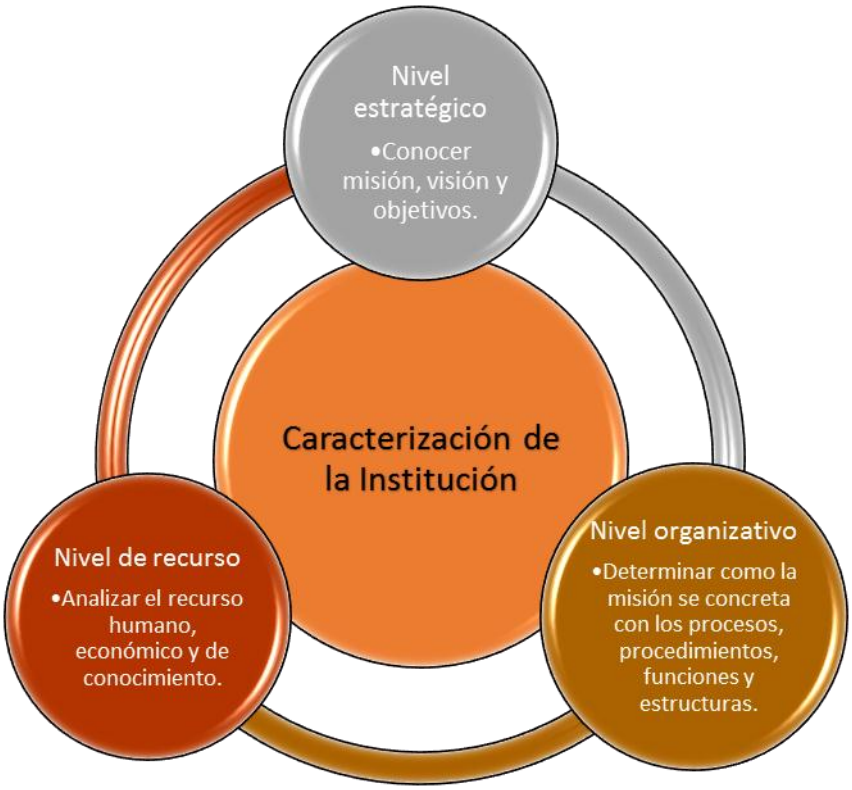


Figura No. 2 Caracterización de la Institución
Fuente: Elaboración propia

2. **Analizar el PEDI Y POA**

   Luego de conocer la realidad interna de la institución, se ejecuta el diagnóstico del medio externo, mediante herramientas analíticas como el Análisis Político, Económico, Social y Tecnológico (PEST). Para complementar el ***"momento estratégico"*** de acuerdo al Plan Estratégico Educativo (PEE), se aplica un análisis FODA, para definir los objetivos y factores críticos de éxito, que permiten la consecución de estrategias a seguir.

   Además de los análisis internos y externos, se utiliza un mecanismo de comunicación, con el objetivo de garantizar que toda la institución conozca las metas propuestas, y que el direccionamiento estratégico sea hacia un mismo sentido, logrando que todas sus instancias sean partícipes del plan estratégico.

3. **Elaboración del Mapa Estratégico**

   Determinadas las estrategias y los factores críticos de éxito, se plantea un mapa estratégico, mediante el modelo de gestión del BSC, que establece la cantidad y calidad de los indicadores y la interrelación con las cuatro perspectivas, es decir financiera, clientes, procesos internos, formación y crecimiento.

A pesar de los resultados favorables que se obtienen mediante la elaboración del mapa estratégico, relacionado con las cuatro perspectivas del BSC, es preciso proponer cuatro perspectivas identificadas para las IES, es decir: estudiantes, financiera, procesos internos y formación y crecimiento, las que se ajustan a sus cuatro procesos sustantivos: academia, vinculación con la sociedad, investigación y administración.

4. Construcción de los indicadores

Una vez contextualizadas las cuatro perspectivas propias del BSC, se diseñan los indicadores, que miden la evolución e impacto de la gestión estratégica a implementar. Los indicadores deben cumplir con las características mínimas para ser un buen indicador; es decir pertinencia, oportunidad, mensurabilidad, confiabilidad y claridad. Se asigna entonces una meta a cada indicador y se mide el logro del objetivo.

En la visión, se debe tener en cuenta los Indicadores Clave de Desempeño (KPI). Estos se generan creando elementos, que son palabras claves de la visión; los subelementos constituyen las acciones concretas de los elementos, que finalmente se miden.

5. Aplicación del Balanced Scorecard

Mediante la aplicación del BSC a la planificación estratégica, se establecen intervalos de medición para los indicadores, usando gráficos semafóricos que permiten visualizar ágilmente el estado del indicador, y poder tomar las decisiones preventivas o correctivas según correspondan. El estado del indicador se conoce mediante los colores de un semáforo tradicional, el verde significa cumplido o meta, el amarillo; es el estado en el cual se debe estar alerta ya que indica prevención y/o en ejecución, y es muy probable que se necesite decisiones preventivas, y el rojo se asocia con el estado crítico del indicador, que puede significar la toma de decisiones correctivas para mejorar su cumplimiento.

Para el monitoreo de la planificación estratégica, el sistema automatizado con los parámetros del BSC, cumple con los diversos monitoreos permanentes a cada indicador, de acuerdo a los tiempos establecidos, para lograr la retroalimentación al proceso de monitoreo y evaluación.

6. Evaluación de impactos

Para la evaluación de impactos están involucrados los beneficiarios directos e indirectos en la planificación estratégica de la IES, donde se analizan todos los aspectos positivos de acuerdo al impacto sociocultural, tecnológico y educativo.

De igual manera, es importante analizar el porcentaje de cumplimiento de los indicadores en cada una de las perspectivas del BSC, y también el proceso donde estuvieron en un estado crítico o preventivo y que finalmente mediante algún mecanismo de toma de decisión se llegó al estado cumplido o meta.

Se debe también analizar si el sistema automatizado ha sido de suma importancia en la toma de decisiones realizadas, durante el periodo monitoreado, así como la evaluación de la planificación estratégica.

Resultados y Discusión

Gracias al Sistema de Información Estratégica aplicada a la Gestión Universitaria (SIE-GU) implementado en la Universidad de Otavalo, se logró obtener un resultado positivo en el cumplimiento de las estrategias de acuerdo al Plan de Fortalecimiento, basado en el modelo del BSC de la Planificación Estratégica.

El puntal primordial del éxito en el cumplimiento de las estrategias, evaluado mediante los indicadores, es la rigurosidad con que se trabajó en las etapas de la Planificación Estratégica referidas a análisis del entorno, formulación, implementación o programación y ejecución.

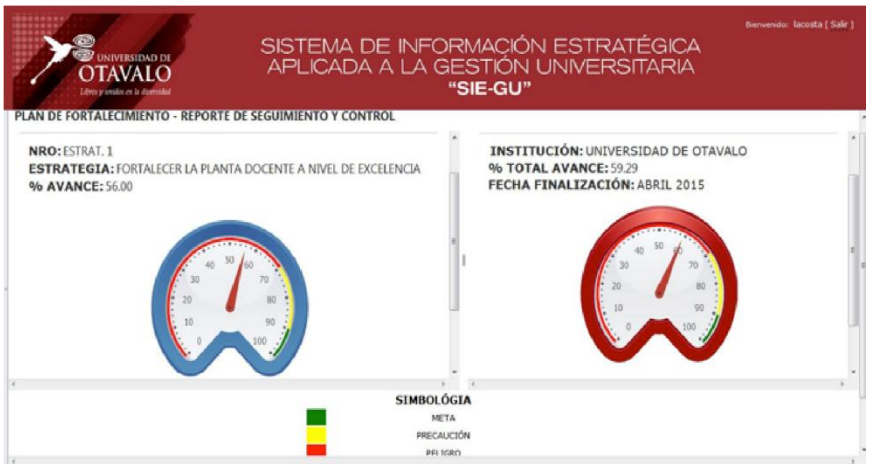


Figura No. 3 Reporte de seguimiento y control "SIE-GU"
Fuente: Elaboración propia

Otro mástil importante es el desarrollo del BSC, es el análisis de los objetivos estratégicos desde las cuatro perspectivas: financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento. A pesar de los resultados útiles que se obtuvieron mediante la elaboración del mapa estratégico relacionado con las cuatro perspectivas del BSC, se implantó cuatro perspectivas relacionadas para las IES que son: estudiantes, financiera, procesos internos y formación y aprendizaje, las que se ajustan a los cuatro procesos

sustantivos de las IES: academia, vinculación con la sociedad, investigación y administración.

Figura No. 4 Perspectivas del BSC para IES
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

En la actualidad, realizar una planificación estratégica en las IES no es suficiente, ya que se necesita un modelo de monitoreo y evaluación aplicando la metodología del BSC, para garantizar su eficaz ejecución.

El perfeccionamiento de la gestión es un punto fundamental para el mejoramiento continuo, el cual está involucrado definitivamente en la toma de decisiones, y es el proceso más importante en el ámbito directivo.

En la actualidad, la forma más adecuada para el mejor desenvolvimiento de las IES, traducido en la obtención de resultados de excelencia, es la capacidad de gestión, a través de una buena planificación estratégica, el seguimiento continuo para tomar decisiones preventivas y el cumplimiento de los indicadores de una manera eficaz y eficiente.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Zacatepec, la posibilidad de compartir la experiencia en Planificación Estratégica de la Universidad de Otavalo.

Referencias

1. ALMUIÑAS, J.; “La Planificación Estratégica en las Instituciones de Educación Superior”; 2009, pp. 51-56

2. BEARD, D.; “Successful Aplications of the Balanced Scorecard in Higher Education”, en Journal of Education for Business; Cape Girardeau Southeast Missouri State University; Mayo/Junio; 2009; pp. 275 – 282

3. DEVIE Y TARIGAN, J.; “Implementing Balance Scorecard in Higher Education”; Indonesia; 2007; pp. 1 - 10

4. LEMAÏTRE, M.; Mecanismos de aseguramiento de la calidad: respuesta a los desafíos del cambio en la Educación Superior. Calidad de la Educación; C.S.E.; Santiago, 2004; pp. 87 – 106

5. Montoya, L., Castaño, J., y Lanzas, A.; “Balanced Scorecard en Instituciones de Educación Superior”, en Scientia et Technica; Facultad Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira; Brasil; Año XI; No 27; Abril 2005; pp. 181 – 184

6. PAPENHAUSEN, C. Y EINSTEIN, W.; “Implementing the Balanced Scorecard at a college of business”; en Measuring Business Excellence; 2006; pp. 15 - 22

7. David, Fred R. (2013). *Conceptos de administración estratégica [En línea]*. Pearson Educación. Recuperado el 2014-07-03, de http://www.bibliotechnia.com

8. CEAACES. (2013). *www.ceaaces.gob.ec.* Obtenido de http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/24-RESOLUCI%C3%93N-No.-001-071-CEAACES-2013-Reglamento-para-la-determinaci%C3%B3n-de-resultados-del-proceso-de-evaluaci%C3%B3n-acreditaci%C3%B3n-y-categorizaci%C3%B3n-de-las-universidades-y-escuel

9. CEAACES. (s.f.). *http://www.ceaaces.gob.ec*. Obtenido de http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/que-hacemos/

10. CES. (12 de Julio de 2012). *http://www.ces.gob.ec*. Obtenido de http://www.ces.gob.ec/institucion/mision-vision-y-objetivos

11. Miranda, R. E. (20 de Abril de 2011). *www.slideshare.net*. Obtenido de http://www.slideshare.net/hellen333/planeacin-estratgica-en-la-educacin-superior

12. SENESCYT. (s.f.). *http://www.senescyt.gob.ec*. Obtenido de http://www.educacionsuperior.gob.ec/la-secretaria/

13. Manuel, P. C. (2004, Aug 18). Opinion - el balanced scorecard como modelo de gestión. NoticiasFinancieras Retrieved from http://search.proquest.com/docview/466154921?accountid=130060

14. Bermeo, V. C., & Sempertegui, E. C. (2004). *Equidad en el acceso al conocimiento a través de las tic| la experiencia de la modalidad abierta y a distancia de la utpl a través de la red de aulas virtuales (equity in the access to knowledge through tic, the experience of opendistance education in utpl through virtual classrooms network).* Revista Iberoamericana De Educación a Distancia, *7*(1), 193-203. Retrieved from http://search.proquest.com/docview/1440019767?accountid=130060

15. Manzano, J. M., de la Iglesia, Josep,Maria Momin, & Balcells, J. C. (2013). *La planificación estratégica, un indicador sobre el liderazgo pedagógico. Teoría De La Educación; Educación y Cultura En La Sociedad De La Información, 14*(2), 292-315. Retrieved from
16. http://search.proquest.com/docview/1511108816?accountid=130060

17. Castro, A. A., & Erazo, S. C. R. (2009). D*ireccionamiento estratégico apoyado en las TIC*. *Estudios Gerenciales, 25*(111), 127-143. Retrieved from
18. http://search.proquest.com/docview/214396296?accountid=130060

19. Gómez de Silva Garza & I. D. J. Ania Briseño (Eds.), *Ingeniería de software: el proceso para el desarrollo de software.* (pp. 355-396). Mexico City: Cengage Learning. Retrieved from
20. http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CCX3004400015&v=2.1&u=uota_cons&it=r&p=GPS&sw=w&asid=31b267af5912abea858fd7ef33f3be68