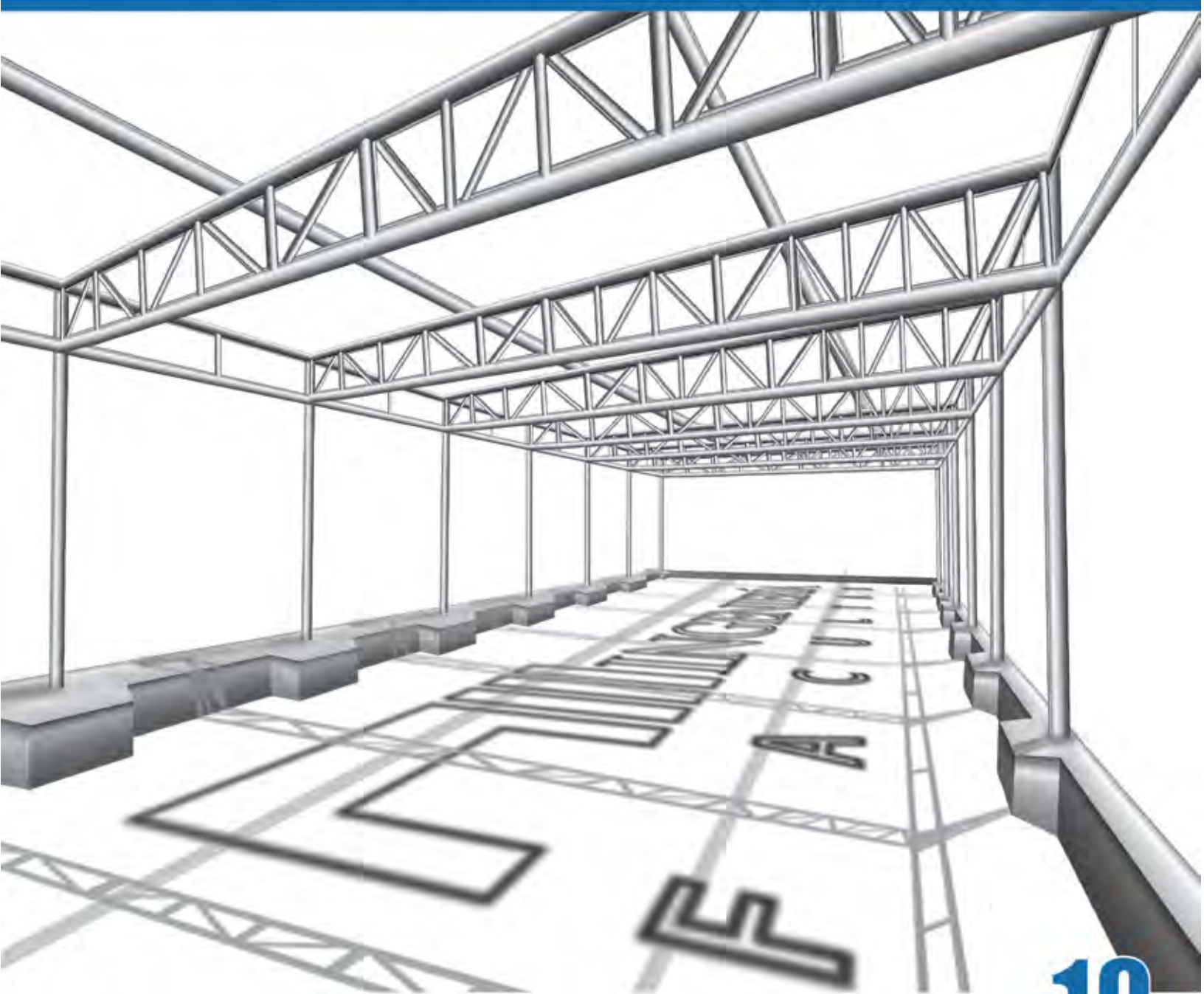


Ingeniería y Tecnología

Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



Del 22 | MAYO
al 25 | Puebla 2014

XXX

OlimpiAÑEIC

Concursos

- ACADÉMICAS
- DEPORTIVAS
- CULTURALES

y mucho más...

4^{to} Concurso Nacional de Cilindros de Concreto



Concurso de Construcción de un puente de palitos

Señorita AÑEIC

DESPERTANDO EL
INGENIERO



INGENIERÍA
FACULTAD



Ingeniería y Tecnología

Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

OCTUBRE 2013-MARZO 2014,
AÑO 9, NO. 19

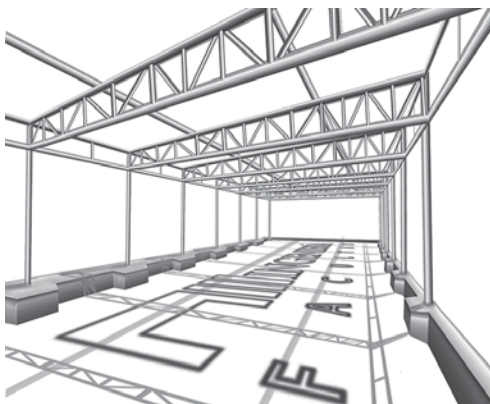


IMAGEN EN PORTADA

ILUSTRACIÓN DIGITAL POR INGRID LÓPEZ GUAJARDO

BASADA EN EL PROYECTO:

CUBIERTA PARA CONJUNTO DE PISTAS DE PÁDEL. NAVALCARNERO (MADRID).

ESTRUCTURA METÁLICA PARA CUBIERTA LIGERA CON CERCHAS DE PERFILES CONFORMADOS DE ACERO, RECTANGULARES Y CUADRADOS. PILARES TIPO HEB. CIMENTACIÓN DE ZAPATAS DE HORMIGÓN.

GRUPO STRUCTURA2. CÁLCULO Y CONSULTORÍA DE ESTRUCTURAS. FEBRERO 2009.

DIRECTORIO

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

MTRO. JOSÉ ALFONSO ESPARZA ORTÍZ
RECTOR

DR. RENÉ VALDIVIEZO SANDOVAL
SECRETARIO GENERAL

M.C.E. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ REYES
VICERRECTORA DE DOCENCIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR

M.I. ANA ELENA POSADA SÁNCHEZ
SECRETARIA ACADÉMICA

M.I. FERNANDO D. LAZCANO HERNÁNDEZ
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

DR. GABRIEL JIMÉNEZ SUÁREZ
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO Y DIRECTOR DE LA REVISTA

REVISTA "INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP"

DR. FILIBERTO CANDIA GARCÍA
EDITOR RESPONSABLE

LDF. INGRID LÓPEZ GUAJARDO
DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

CONSEJO EDITORIAL

DRA. MARÍA MAURA MARGARITA TEUTLI LEÓN
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP

DR. ALEJANDRO BAUTISTA HERNÁNDEZ
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP

DR. MARTÍN SALAZAR VILLANUEVA
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP

DRA. PATRICIA MARTÍNEZ VARA
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP

DRA. SANTA TOXQUI LÓPEZ
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA BUAP

MTRA. GELSOMINA GUADALUPE QUE CANDIA
JEFA DEL ÁREA DE EVALUACIÓN INSTITUCIONAL, UADY

ÍNDICE

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

3 Nuevos criterios reglamentarios para considerar efectos de sitio e interacción suelo-estructura

Javier Avilés y Luis Eduardo Pérez Rocha

13 Comportamiento dinámico de la Catedral de la ciudad de Puebla

Juan C. Ramírez Cisneros, Joaquín Lozano M, Hugo O. Ferrer Toledo, Julio Rojas Palacios, Ricardo Vázquez Rosas, Horacio Mijares Arellano

21 LATTs en los neumáticos del STC Metro

M. A. Cruz Gómez, E. I. Villagrán Arroyo, O. L. Sánchez Flores, V. G. López

27 Remoción de colorantes textiles en agua residual mediante las técnicas de adsorción y coagulación-floculación

Alejandra Alicia Pelaéz Cid, Rodolfo Radillo Ruíz, Marco Antonio Tlalpa Galán, Erick Lobato López

ARTÍCULOS DE DIFUSIÓN ACADÉMICA

33 Inestabilidad de laderas, medidas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo

Oscar Andrés Cuanalo Campos, Edgar Barona Díaz, Enrique Montiel Piña, Sergio Flores González

41 Modelo en Mathcad 14 para la determinación de la ordenada espectral de acuerdo al Manual de diseño por sismo de la C.F.E. 2008

Eduardo López Sánchez, Rodolfo C. Medrano Castillo

49 El uso de transformaciones para una mejor correlación y pronóstico de propiedades físico-químicas de derivados del benceno

Mario Ramírez Mendoza, Isaías Ochoa Landín

53 Habilidades gerenciales a través del manejo de funciones financieras de las aplicaciones computacionales en Ingeniería

Genaro Roberto López Aguilar, Verónica A. Lara Andrade, Raúl David González Padilla

EDITORIAL

La enseñanza superior se distingue de la primaria y secundaria no sólo por la edad y nivel de los alumnos, sino también por la producción y valorización de nuevos conocimientos en el ámbito cultural, social y económico (UNESCO, 2005).

Dar seguimiento a la divulgación de los nuevos conocimientos también distingue a las Instituciones de Educación Superior (IES) que están comprometidas con el desarrollo de la Soberanía Nacional y con su comunidad académica. Mención aparte merecen las Unidades Académicas (UA), que demuestran su transparencia mediante la difusión de sus informes anuales, ya que proyectan plena confianza sobre el desarrollo de su gestión (si bien habrá escepticismo y cuestionamientos sobre los avances logrados, esta acción es el compartir un ideal “Proyectando el Ingenio”, que demuestra la virtud de sus gestiones), por ello en este número de la RITFIBUAP se incluye en un formato editorial reflexivo, un resumen ejecutivo del INFORME FEBRERO 2013 – ENERO 2014 de la dirección de la Facultad de Ingeniería.

La intención inmediata de esta presentación radica en la contribución de honestidad y confianza (necesaria en la gestión de las administraciones), que de forma incluyente permite el acercamiento de los miembros de la comunidad académica, institucional, regional, nacional e internacional a un proyecto compartido y a beneficio de la sociedad. Para el crecimiento de una sociedad que comparte el conocimiento es necesario recordar que *“En unos pocos años, los educandos de hoy serán votantes, y algunos de ellos asumirán posiciones de liderazgo. En su nuevo papel de adultos, tendrán que vérselas con cuestiones complejas sin respuesta aparente y aprender a avanzar en la construcción de un mundo más sostenible (Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014)*

De esta manera avanzamos en la integración holística de una sociedad del conocimiento que demanda la integración de actividades plurales, tanto académicas como complementarias. En este sentido el evento de la OLIMPIANEIC 2014 enmarca el sentimiento más puro de una sociedad del conocimiento, que en su definición y actuar actual, exigen que *“se anuden nuevos vínculos entre el conocimiento y el desarrollo, ya que el conocimiento es tanto un instrumento para satisfacer las necesidades económicas como un componente pleno del desarrollo. La dinámica política, económica y social subyacente al desarrollo de las sociedades del conocimiento pone de manifiesto la íntima relación que existe entre la lucha contra la pobreza y la promoción de las libertades civiles y políticas (UNESCO, 2005)”*.

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA FACULTAD DE INGENIERÍA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA, Año 9, No. 19, Octubre de 2013 a Marzo de 2014, es una publicación semestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 sur 104, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla Pue., y distribuida a través de la Facultad de Ingeniería, con domicilio en Blvd. Valsequillo esq. Av. San Claudio s/n, Edif. 108-C Ciudad Universitaria BUAP, Col. San Manuel, C.P. 72570, Puebla Pue., Tel. (52) (222) 229 5500 ext. 7618, www.ingenieria.buap.mx, Editor Responsable Dr. Filiberto Candia García, posgrado.fi.buap@gmail.com. Reserva de Derechos al uso exclusivo 04-2008-022718142400-102. ISSN: 2007-1876, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Con Número de Certificado de Licitud de Título y Licitud de Contenido: 14935, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en Talleres Gráficos. Intra Comunicación. Calle 14 Oriente No. 2803-A. Col: Humboldt. C.P. 72370 Puebla, Pue. Tel. 01(222) 296 3953, éste número se terminó de imprimir en Abril de 2014 con un tiraje de 3000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA FACULTAD DE INGENIERÍA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA es una publicación semestral arbitrada de divulgación científica y tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, dirigida a profesionistas, profesores, investigadores y estudiantes de las diferentes áreas de ingeniería.

Nuevos criterios reglamentarios para considerar efectos de sitio e interacción suelo-estructura

Javier Avilés y Luis Eduardo Pérez Rocha

RESUMEN

En este trabajo se examinan las nuevas disposiciones sísmicas en México para tener en cuenta los efectos de sitio e interacción suelo-estructura (ISE). Específicamente se hace referencia a los criterios de diseño por sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE recientemente revisado. Se describen los modelos simplificados usados para el análisis y se exponen los razonamientos que condujeron a la formulación de los criterios de diseño especificados. Con algunos resultados se ilustran las mejoras en el enfoque de diseño, pero también se discuten aspectos aún sin resolver.

Palabras clave: Criterios de diseño por sismo, Interacción suelo-estructura

ABSTRACT

In this work the new seismic provisions in Mexico are discussed, these were formulated for having into account the site effects and soil structure interaction. Specifically provisions make reference to the design criteria for earthquake, which have been included in the CFE newly revised Works Design Manual. Through simplified models of analysis and reasoning it is possible to formulate design criteria specified set are described. Some improvements in the design approach are exemplified, but aspects are discussed still unresolved.

Keywords: Design criteria for earthquake, Soil-structure interaction.

1 INTRODUCCIÓN

Ante la ausencia de una reglamentación sísmica local, las edificaciones en México suelen diseñarse conforme al MDS-CFE (2010). Es importante entonces revisar los nuevos criterios de diseño por sismo especificados en dicho manual para considerar los efectos de sitio e ISE. Los primeros están relacionados con la amplificación dinámica del movimiento del terreno

debido a las características geotécnicas del sitio y los segundos con la modificación del movimiento de la cimentación, respecto al movimiento de campo libre, debido a la flexibilidad del suelo de soporte.

El peligro sísmico en México ha sido revaluado y ahora puede estimarse la aceleración máxima en roca para cualquier punto del país mediante un programa de cómputo desarrollado para tal fin. Este es el punto de partida para la construcción de espectros de diseño específicos de sitio, los cuales incluyen de forma explícita los efectos de las condiciones locales. De esta forma desaparece el concepto de regionalización sísmica del país y de espectros regionales por tipo de terreno. Los efectos de ISE pueden incluirse en dos etapas: primero en el espectro de diseño elástico, considerando el alargamiento del periodo y el incremento del amortiguamiento; y después en el factor de reducción de resistencia, teniendo en cuenta la reducción de la ductilidad.

Recibido 10 de enero, 2014; aceptado 30 de enero, 2014

Javier AVILÉS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac
8532, Jiutepec 62550.
Correo electrónico: javiles@tlaloc.imta.mx

Luis Eduardo PÉREZ ROCHA
Instituto de Investigaciones Eléctricas, Paseo de la Reforma 113,
Temixco 62490.
Correo electrónico: lepr@iie.org.mx

Para excitaciones sísmicas representadas por espectros de diseño elásticos, las resistencias de fluencia se obtienen aplicando un factor de reducción por ductilidad que relaciona la resistencia para la condición elástica entre la resistencia requerida para una ductilidad dada. En el caso de apoyo indeformable, este factor se calcula mediante la solución de un oscilador simple elastoplástico, pero si el apoyo es flexible puede recurrirse a la solución de un oscilador de reemplazo caracterizado por el periodo, amortiguamiento y ductilidad del sistema. Con base en su definición, el factor de reducción por ductilidad sin y con ISE ha de aplicarse al respectivo espectro elástico.

En el enfoque convencional de diseño se utilizan espectros de campo libre para evaluar las acciones sísmicas en estructuras. Sin embargo, en estructuras con niveles subterráneos pueden no ser representativos del movimiento real de la cimentación, puesto que se ha despreciado la difracción de las ondas incidentes por los muros y la losa del cajón de cimentación. En las normas aún no se especifican criterios para construir espectros de piso, calculados con la excitación efectiva de la base. Actualmente se encuentran en proceso algunas investigaciones tendientes a dilucidar estos aspectos, a fin de que puedan incluirse explícitamente en futuras revisiones de las normas.

2 ESPECTRO DE DISEÑO ELÁSTICO

Actualmente se reconoce que el peligro sísmico varía significativamente dentro del territorio nacional y que no puede ser descrito con detalle mediante espectros regionales para distintos tipos de terreno. Para considerarlo con mayor precisión es necesario construir espectros de diseño específicos de sitio, los cuales dependen principalmente de la cercanía del lugar

a las fuentes tectónicas y de las condiciones locales del subsuelo.

En la respuesta sísmica de estructuras intervienen varios factores que tienen que ver con la fuente, el trayecto, el sitio y la estructura misma. Con objeto de simplificar el problema se acostumbra adoptar como excitación de diseño un temblor característico definido en condiciones de terreno firme, de suerte que los efectos de fuente y trayecto se consideren implícitamente. De esta forma sólo faltaría tomar en cuenta los efectos de sitio e ISE en la determinación de la respuesta estructural. Para llevar a cabo esto último se utiliza un modelo simplificado como el que se muestra en la figura 1, formado por un estrato equivalente y un oscilador elemental en representación del subsuelo y el modo fundamental de la estructura, respectivamente. Para los análisis aquí presentados se ha considerado un sitio en la ciudad de Puebla (UAPP - Universidad Autónoma de Puebla) con periodo dominante $T_s = 1.25 s$, velocidad efectiva $V_s = 80 m/s$, espesor del estrato $H_s = 25 m$, relación de Poisson $\nu_s = 0.4$ y amortiguamiento histerético $\zeta_s = 0.05$. En todos los casos se ha supuesto un contraste de impedancias $p_s = \rho_s V_s / \rho_o V_o = 0.2$ entre suelo y basamento, una relación de esbeltez $H_e/r = 5$ para la estructura y una relación de enterramiento $e/r = 1$ para la cimentación.

2.1 Efectos de sitio

Los efectos de sitio amplifican la aceleración del suelo, a_o , respecto a la aceleración en terreno firme, a_g . También influyen en la amplificación de la respuesta estructural, c , respecto al movimiento de la base. El peligro sísmico en roca se especifica mediante el mapa de la figura 2, el cual suministra valores óptimos de a_g para el estado límite de colapso de es-

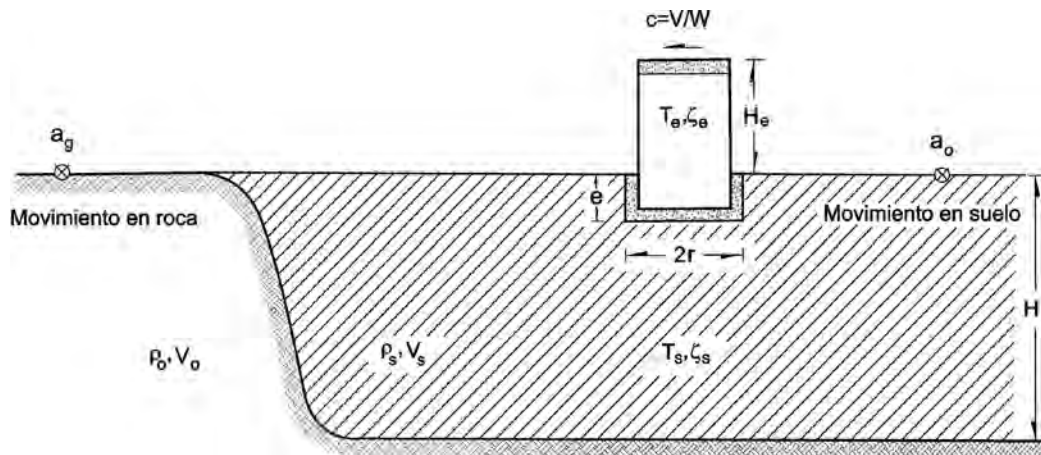


Figura 1. Modelo simplificado de referencia para considerar los efectos de sitio e ISE.

estructuras del Grupo B. Estos coeficientes óptimos corresponden a distintos periodos de retorno, que varían espacialmente desde alrededor de 350 años para las zonas de alta sismicidad hasta más de 10000 años para las zonas de baja sismicidad.

El parámetro que controla los efectos de sitio es el periodo dominante del suelo. Para el cálculo de T_s es necesario realizar estudios geotécnicos locales y análisis de dinámica de suelos. También puede aplicarse un criterio simplificado indicado en las normas, basado en el método de Rayleigh y una aproximación estática para el modo fundamental del suelo. Este es superior al tradicional criterio de promediación de velocidades de estratos que ignora la configuración del perfil de suelo.

En términos del periodo T_e y el amortiguamiento ζ_e estructurales, el espectro de sitio para diseño sísmico tiene la siguiente forma:

$$a = \frac{Sa}{g} = \begin{cases} a_o + [\beta c - a_o] \frac{T_e}{T_a}; & \text{si } T_e < T_a \\ \beta c; & \text{si } T_a \leq T_e < T_b \\ \beta c \frac{T_b}{T_e}; & \text{si } T_b \leq T_e < T_c \\ \beta c \frac{T_b}{T_c} p_c \left(\frac{T_c}{T_e} \right)^2; & \text{si } T_e \geq T_c \end{cases} \quad (1)$$

donde $p_c = k + (1-k)(T_c/T_e)^2$, siendo $k = 2 - T_s \geq 0.35$ el cociente entre los desplazamientos máximos del

suelo y la estructura. A diferencia de los espectros tradicionales, éste puede tener dos ramas descendentes y depende de varios parámetros que son función de T_s . El sentido físico de cada uno de ellos se describe en seguida.

1. Para comportamiento lineal del suelo, el coeficiente de aceleración máxima del terreno se calcula como

$$a_o = F_s a_g \quad (2)$$

donde a_g es la aceleración máxima en roca, obtenida del mapa de la figura 2 para el sitio de interés. El factor de respuesta de sitio, F_s , mide la relación de aceleraciones máximas en la superficie y el afloramiento. Se obtuvo mediante análisis de respuesta de campo libre, usando como movimiento de entrada el espectro de potencia del sismo de diseño (Park, 1995) y aplicando la teoría de vibraciones aleatorias (Boore y Joyner, 1984). Los valores propuestos de F_s se indican en la tabla 1 para distintos valores del periodo normalizado $T'_s = T_s F_d^{1/2}$ y el contraste de impedancias p_s ; $F_d = a_g/400 \leq 1$ es un parámetro que considera la atenuación de ondas con la distancia y el filtrado de componentes de alta frecuencia de la excitación. Los resultados teóricos obtenidos se muestran en la figura 3, comparados con los que resultan de interpolar los valores de F_s tabulados.

2. El coeficiente sísmico que representa la ordenada de la meseta espectral se calcula como

$$c = F_r a_o \quad (3)$$



Figura 2. Distribución de la aceleración máxima en roca para estructuras del grupo B.

Tabla 1. Valores del factor F_s para considerar la amplificación de la respuesta de sitio.

$P_s \backslash T'_s(s)$	0.00	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
1.000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.625	1.00	1.08	1.23	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00
0.250	1.00	1.18	1.98	1.60	1.40	1.12	1.00	1.00
0.125	1.00	1.20	2.64	2.01	1.69	1.32	1.00	1.00
0.000	1.00	1.22	4.51	3.17	2.38	1.75	1.19	1.00

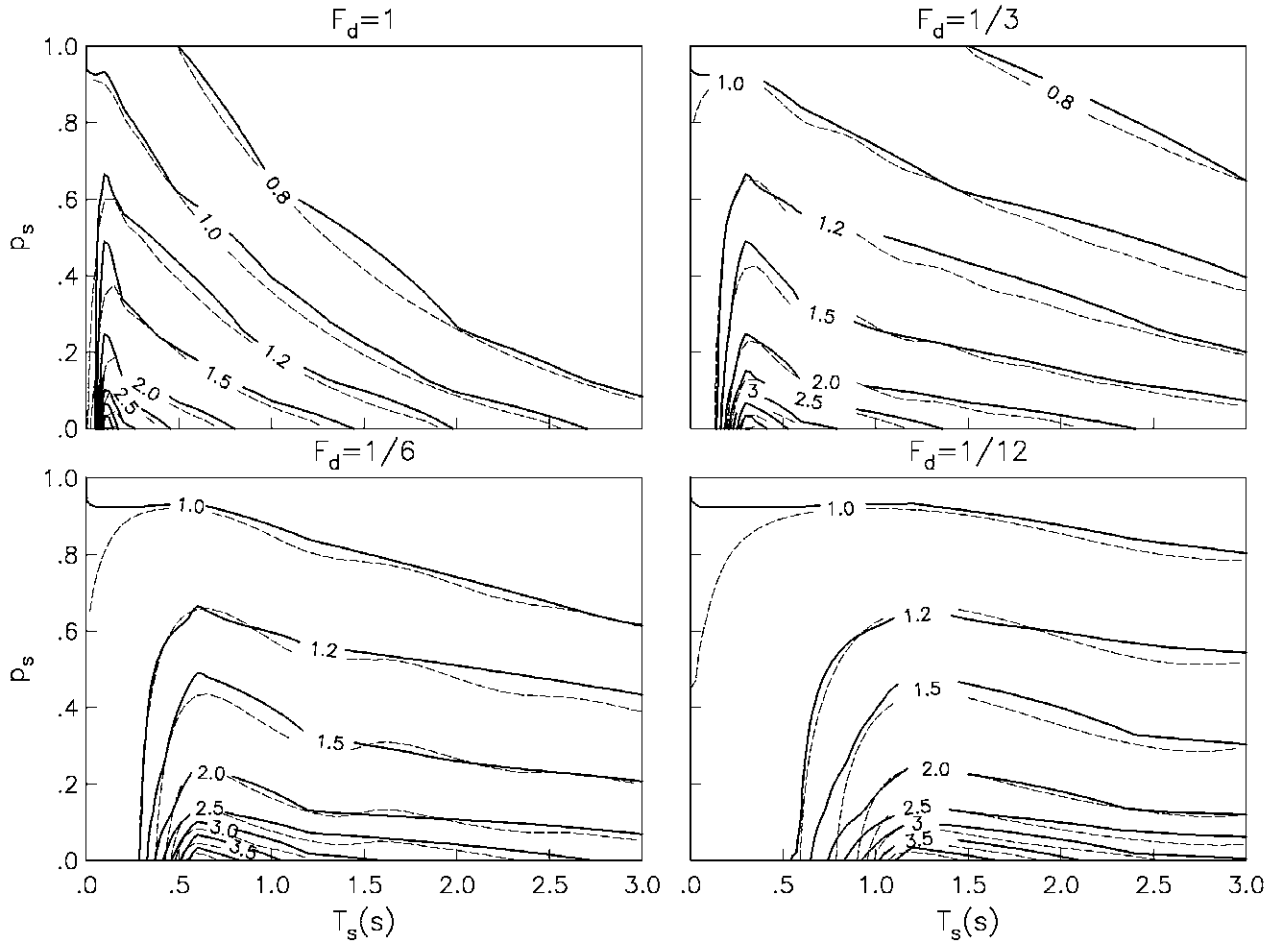


Figura 3. Contornos del factor F_s obtenidos mediante análisis de respuesta de campo libre (línea discontinua) e interpolación lineal de datos de la tabla 1 (línea continua).

Tabla 2. Valores del factor F_r para considerar la amplificación de la respuesta estructural.

$P_s \backslash T'_s(s)$	0.00	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
1.000	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
0.625	2.50	3.80	3.74	3.57	3.26	2.81	2.56	2.51
0.250	2.50	4.36	4.41	4.27	3.45	2.85	2.59	2.53
0.125	2.50	4.74	4.91	4.90	3.70	3.06	2.75	2.65
0.000	2.50	5.27	5.66	6.02	4.81	4.05	3.58	3.40

donde el factor de respuesta estructural, F_r , mide la relación de aceleraciones máximas de la estructura y el suelo. Se obtuvo mediante análisis de respuesta aleatoria de un oscilador excitado con el movimiento de campo libre. Los valores propuestos de F_r se indican en la tabla 2 para distintos valores de T_s y p_s , suponiendo que $F_d = 1$ porque el efecto de la distancia es pequeño. Los resultados teóricos obtenidos se muestran en la figura 4, comparados con los que resultan de interpolar los valores de F_r tabulados.

3. Los límites inferior (T_a) y superior (T_b) de la meseta espectral son

$$T_a = 0.35T_s \geq 0.1 \text{ s} \quad (4)$$

$$T_b = 1.2T_s \geq 0.6 \text{ s} \quad (5)$$

Las expresiones de estos periodos característicos intentan cubrir las respuestas máximas en el primer y segundo modos de vibración del suelo, así como la diferencia entre los valores real y calculado de T_s .

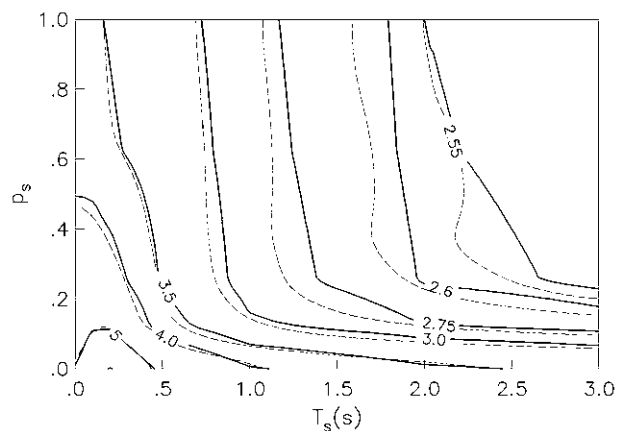


Figura 4. Contornos del factor F_r obtenidos mediante análisis de respuesta estructural (línea discontinua) e interpolación lineal de datos de la tabla 2 (línea continua).

4. Para garantizar que los desplazamientos espectrales a periodo largo tiendan al desplazamiento máximo del terreno, se ha introducido una segunda rama descendente que inicia en

$$T_c = \begin{cases} 2 \text{ s}; & \text{si } T_b < 2 \text{ s} \\ T_b; & \text{si } T_b \geq 2 \text{ s} \end{cases} \quad (6)$$

Nótese que cuando $T_c = T_b$ desaparece la primera rama descendente, ya que ésta inicia en T_b y termina en T_c . En este caso, los espectros de diseño del MDS-CFE (2010) toman la forma de los especificados por las NTCDS-RCDF (2004) para sitios de suelo blando.

5. En la especificación del espectro de diseño, ec. 1, está implícito un valor de amortiguamiento viscoso $\zeta_e = 0.05$. Para considerar el amortiguamiento suplementario por efectos de ISE o el uso de disipadores de energía, se ha introducido el factor de reducción:

$$\beta = \left(\frac{0.05}{\zeta_e} \right)^\lambda, \quad \text{con } \lambda = \begin{cases} 0.45; & \text{si } T_e < T_c \\ 0.45 \frac{T_c}{T_e}; & \text{si } T_e \geq T_c \end{cases} \quad (7)$$

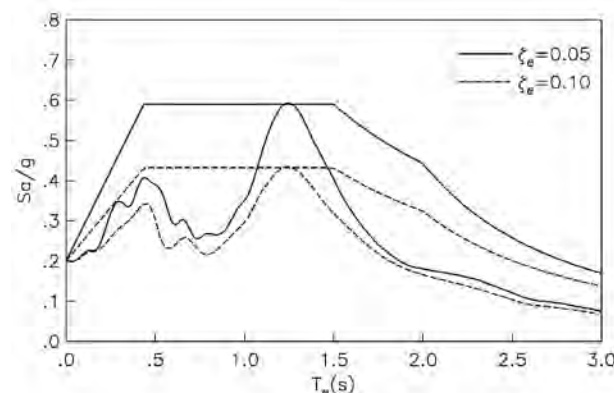


Figura 5. Efecto del amortiguamiento en la respuesta espectral: espectros de diseño versus espectros de respuesta.

Esta expresión está basada en los resultados de Rosenblueth y Reséndiz (1988) y Ruiz y Toxqui (2008) sobre el efecto del amortiguamiento en las ordenadas espectrales. Nótese que $\beta = 1$ para $\zeta_e = 0.05$ y que tiende a uno para periodo largo, donde las ordenadas espectrales son independientes del amortiguamiento. En la figura 5 se ilustra la forma que adquieren los espectros de diseño para $\zeta_e = 5$ y 10%. Para fines de comparación, se incluyen los respectivos espectros de respuesta del temblor de Tehuacán (15/VI/99) registrado en el sitio UAPP y escalado a la aceleración máxima del terreno especificada por las normas, sin modificar el contenido de frecuencias ni la duración de la excitación.

2.2 Efectos de interacción

Es sabido que la ISE modifica las propiedades dinámicas relevantes que tendría la estructura con base rígida, así como las características del movimiento de campo libre alrededor de la cimentación. El alargamiento del periodo fundamental y el incremento del amortiguamiento asociado son debidos a la interacción inercial. Por su parte, la interacción cinemática reduce los componentes de traslación horizontal

y genera componentes de rotación. Si se ignora esta última, los efectos de ISE pueden considerarse modificando las propiedades dinámicas relevantes de la estructura original y analizando la estructura modificada sujeta al movimiento de campo libre especificado.

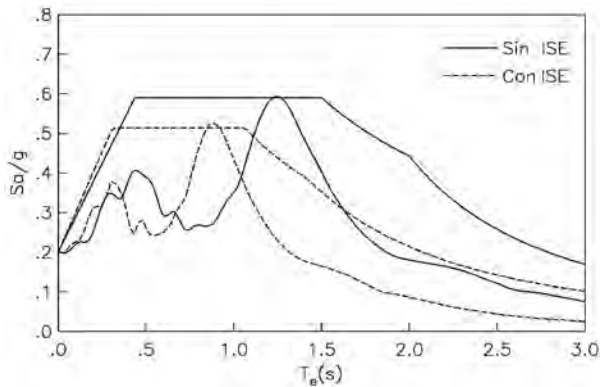


Figura 6. Efectos de ISE en la respuesta espectral: espectros de diseño versus espectros de respuesta.

Los efectos de sitio e ISE están controlados por el periodo del sitio T_s y la velocidad efectiva V_s , respectivamente; esta última mide la flexibilidad del suelo. Al utilizar el espectro de diseño, el periodo y amortiguamiento pueden tomar los valores T_e y ζ_e de la estructura con base rígida, o bien los valores \tilde{T}_e y $\tilde{\zeta}_e$ de la estructura con base flexible especificados por las normas. En la figura 6 se exhiben los espectros de diseño con y sin ISE que se obtienen para el sitio en estudio, junto con los respectivos espectros de respuesta elásticos observados. En ambos casos, la protección de los espectros de diseño es claramente satisfactoria.

3 REDUCCIONES DEL ESPECTRO DE DISEÑO ELÁSTICO

El espectro de sitio para diseño sísmico es elástico, sin ningún tipo de reducción. La ec. 1 refleja exclusivamente el peligro sísmico del sitio en las ordenadas espectrales. Ha de reducirse por ductilidad y sobre-resistencia para calcular las resistencias de diseño. En las normas, el factor de reducción de resistencia se define como el producto $Q'_e R_s$, donde Q'_e es el factor de reducción por ductilidad y R_s el factor de reducción por sobre-resistencia. Por su naturaleza, este último no depende de los efectos de sitio ni de ISE por lo que no merece mayor comentario.

3.1 Oscilador de reemplazo

Para evaluar las reducciones de resistencia por ductilidad, usualmente se recurre a la solución de un oscilador simple elastoplástico. Tal enfoque puede adaptarse para la consideración de los efectos de ISE, usando un oscilador de reemplazo. Este concepto se ilustra esquemáticamente en la figura 7. Los procedimientos tradicionales (Jennings y Bielak, 1973; Veletsos y Meek, 1974) para representar la estructura con base flexible por un oscilador equivalente con base rígida no toman en cuenta la capacidad de ductilidad estructural. No obstante, han sido implementados en varios códigos del mundo por su sencillez.

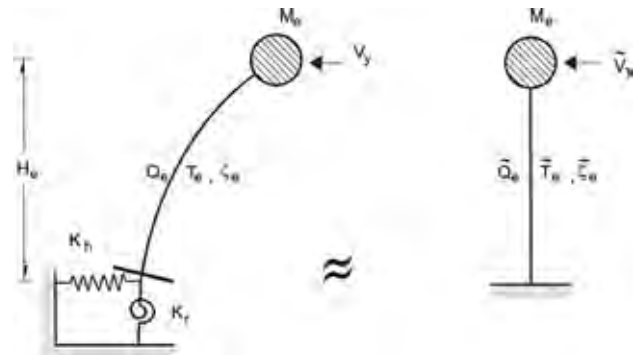


Figura 7. Representación de una estructura con base flexible mediante un oscilador de reemplazo.

Recientemente se ha demostrado (Avilés y Pérez-Rocha, 2005) que la estructura con base flexible puede reemplazarse por un oscilador con base rígida caracterizado por el periodo \tilde{T}_e , amortiguamiento $\tilde{\zeta}_e$ y ductilidad \tilde{Q}_e del sistema. Para que el oscilador de reemplazo tenga la misma resistencia de fluencia y capacidad de deformación plástica que la estructura original, ver figura 8, se requiere que:

$$\tilde{T}_e = T_e \sqrt{1 + \frac{K_e}{K_h} \left(1 + H_e^2 \frac{K_h}{K_r} \right)} \quad (8)$$

$$\tilde{Q}_e = 1 + (Q_e - 1) \frac{T_e^2}{\tilde{T}_e^2} \quad (9)$$

Es fácil ver que el periodo del sistema se alarga respecto al periodo de base rígida y por ende la ductilidad del sistema se reduce respecto a la ductilidad disponible de la estructura original, como se muestra en las figuras 9 y 10, respectivamente. Debe aclararse que la reducción de ductilidad de Q_e a \tilde{Q}_e es debida a la reducción de rigidez de K_e a $\tilde{K}_e = (T_e/\tilde{T}_e)^2 K_e$. Esta flexibilidad adicional reduce el factor de ducti-

alidad para diseño, pero no la capacidad de ductilidad estructural que permanece sin cambio.

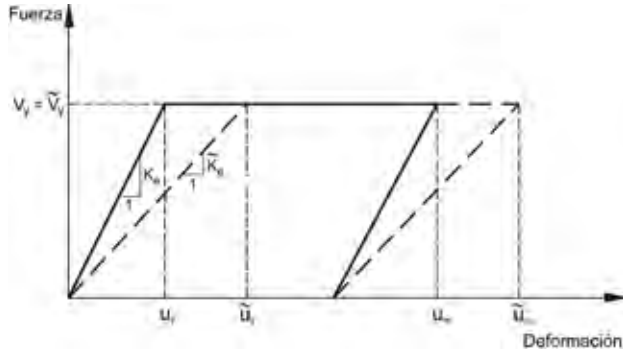


Figura 8. Diagramas de resistencia para la estructura original (línea continua) y el oscilador de reemplazo (línea discontinua).

Cabe señalar que la relación entre los máximos desplazamientos de la estructura original y el oscilador de reemplazo está dada por:

$$u_e = \frac{T_e^2}{\tilde{T}_e^2} \frac{Q_e}{\tilde{Q}_e} \tilde{u}_e \quad (10)$$

Esto es debido a que el desplazamiento del oscilador de reemplazo incluye el desplazamiento de la estructura así como la contribución del movimiento de cuerpo rígido de la cimentación.

Es importante hacer notar que los parámetros de ISE pueden reducirse sólo a uno, el coeficiente de flexibilidad de la cimentación:

$$\phi = \frac{K_e}{K_h} \left(1 + H_e^2 \frac{K_h}{K_r} \right) \quad (11)$$

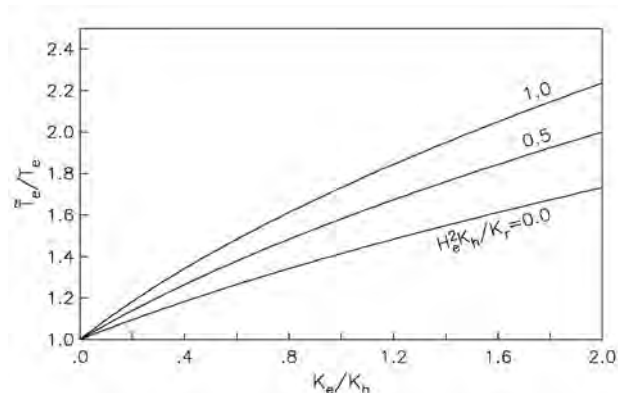


Figura 9. Efectos de ISE en el periodo del sistema.

En términos de este parámetro, el cociente entre los periodos del sistema y la estructura se expresa como

$$\frac{\tilde{T}_e}{T_e} = \sqrt{1 + \phi} \quad (12)$$

Para un contraste de rigidez \$H_e/T_e V_s = 1/3\$ entre estructura y suelo, se ha encontrado que \$\phi \approx 1\$ si \$H_e/r = 5\$ y \$e/r = 1\$. En la figura 11 se presentan espectros de resistencia con y sin efectos de ISE, usando como excitación el acelerograma escalado del sitio UAPP. Para \$Q_e = 1\$ y 4, se grafican los coeficientes de cortante basal \$C_y = V_y/M_e g\$ (oscilador elemental) y \$\tilde{C}_y = \tilde{V}_y/M_e g\$ (oscilador de reemplazo).

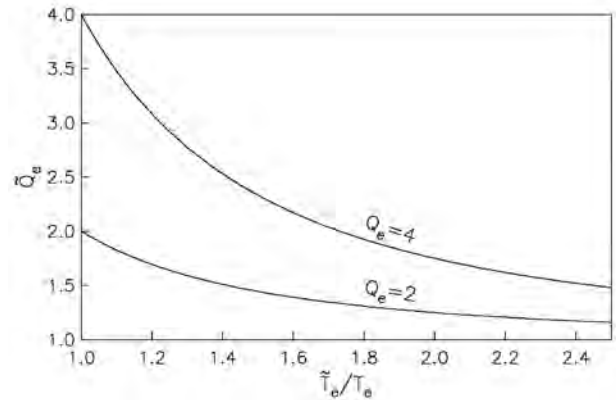


Figura 10. Efectos de ISE en la ductilidad del sistema.

3.2 Reducción por ductilidad

La determinación de \$Q'_e = C_y(1)/C_y(Q_e)\$ permite estimar resistencias inelásticas mediante la reducción de resistencias elásticas. Para estructuras en terreno firme, la regla de reducción por ductilidad más aceptada para diseño ha sido la propuesta por Veletsos y Newmark (1960). Está basada en la premisa que los máximos desplazamientos elástico e inelástico son iguales para periodos de vibración moderados y largos. También se han desarrollado reglas empíricas por Miranda (1993) como por Ordaz y Pérez-Rocha (1998) que toman en cuenta los efectos de sitio. Estos autores han mostrado que las reducciones de resistencia en suelo blando pueden ser apreciablemente mayores que las predichas por la regla de igual desplazamiento.

El factor de reducción por ductilidad depende no sólo de \$Q_e\$, sino también de \$T_e\$ y \$\zeta_e\$. Para calcularlo se ha propuesto la siguiente expresión:

$$Q'_e = \begin{cases} 1 + (Q_e - 1) \sqrt{\frac{\beta(1+\phi)}{k'} \frac{T_e}{T_b}}; & \text{si } T_e \leq T_b \\ 1 + (Q_e - 1) \sqrt{\frac{\beta(1+\phi)p_b}{k'}}; & \text{si } T_e > T_b \end{cases} \quad (13)$$

donde $p_b = k' + (1 - k')(T_b/T_e)^2$, siendo $k' = (2/3)k$; $\varphi = 0$ cuando se ignora la ISE. Con esta regla, los valores de Q'_e para periodos estructurales alrededor del periodo del sitio resultan ser mayores que Q_e , como se muestra en la figura 12 donde se incluyen además los valores deducidos de los resultados de la figura 11 sin efectos de ISE.

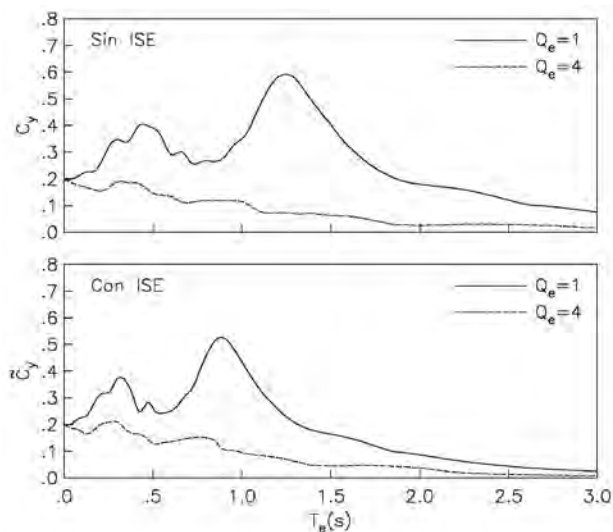


Figura 11. Espectros de resistencia con y sin efectos de ISE, para condiciones elásticas e inelásticas.

Para considerar los efectos de ISE en el factor de reducción por ductilidad, en la ec. 13 simplemente se reemplazan los parámetros T_e , ζ_e y Q_e de la estructura con base rígida por los parámetros \tilde{T}_e , $\tilde{\zeta}_e$ y \tilde{Q}_e de la estructura con base flexible. Haciendo esto se llega a los valores de \tilde{Q}'_e mostrados en la figura 12 junto con los deducidos de los resultados de la figura 11 con efectos de ISE. Nótese que los efectos de sitio, reflejados en que $Q'_e > Q_e$ alrededor del periodo del sitio, son contrarrestados con los efectos de ISE. La razón de esto es que el periodo de la estructura se corre hacia la región espectral de periodo largo, donde aplica la regla de igual desplazamiento.

En la figura 13 se exhiben los espectros de diseño elásticos de la figura 6 reducidos por ductilidad con los factores de la figura 12. También se incluyen los respectivos espectros de respuesta inelástica, usando como excitación el acelerograma escalado del sitio UAPP. Se observa que las formas de los espectros envolventes suavizados, con y sin efectos de ISE, son satisfactorias para fines de diseño.

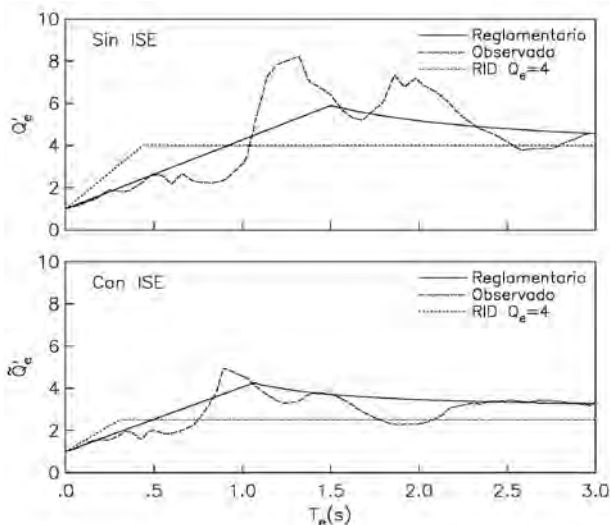


Figura 12. Factores de reducción por ductilidad, estimados versus observados, con y sin efectos de ISE; como referencia se incluye la regla de igual desplazamiento.

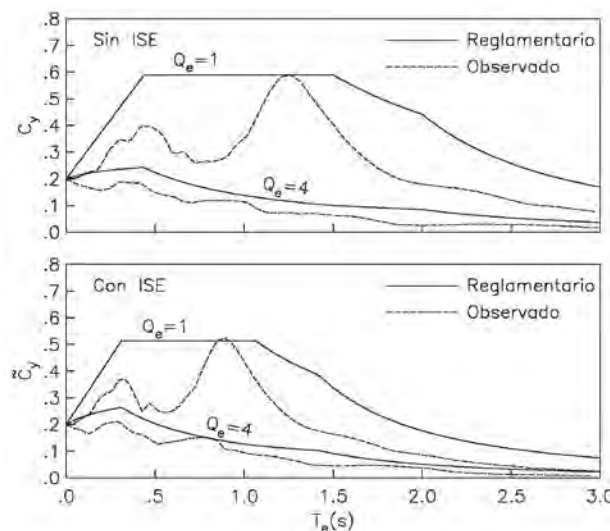


Figura 13. Espectros de diseño reducidos por ductilidad versus espectros de respuesta inelástica observados, con y sin efectos de ISE.

4 COMENTARIOS FINALES

Se han examinado los nuevos criterios de diseño por sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para tener en cuenta los efectos de sitio e ISE. Dichos criterios se basan en modelos simplificados que idealizan la estructura como un oscilador simple y al suelo como un estrato homogéneo sobre un semiespacio elástico. Los efectos de sitio se consideran mediante la construcción de espectros de diseño específicos de sitio. Estos espectros pueden modificarse

para tener en cuenta los efectos de ISE. Aún no se especifican criterios para considerar el efecto de las ondas sísmicas en estructuras con niveles subterráneos. Este puede afectar apreciablemente la excitación efectiva de la base y generar importantes fuerzas sísmicas debidas a las deformaciones impuestas por el movimiento del terreno. Respecto a la reducción del espectro de diseño por ductilidad, se demostró que una regla práctica propuesta para estructuras con base rígida puede adaptarse para estructuras con base flexible, usando la solución de un oscilador de reemplazo. Los resultados a que se llega de aplicar las nuevas disposiciones reglamentarias parecen adecuados para estructuras apoyadas superficialmente. Es necesario, sin embargo, considerar en futuras revisiones de las normas el efecto de las ondas sísmicas en cimentaciones profundamente enterradas.

REFERENCIAS

- [1] Avilés J y Pérez-Rocha L E (2005), Design concepts for yielding structures on flexible foundation, *Engineering Structures*, Vol. 27, pp. 443-454.
- [2] Boore D M y Joyner W B (1984), A note on the use of random vibration theory to predict peak amplitudes of transient signals, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 74, pp. 2035-2039.
- [3] Jennings P C y Bielak J (1973), Dynamics of building-soil interaction, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 63, pp. 9-48.
- [4] MDS-CFE (2010), Diseño por sismo, *Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad*, Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- [5] Miranda E (1993), Site-dependent strength reduction factors, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 119, pp. 3503-3519.
- [6] NTCDS-RCDF (2004), Normas técnicas complementarias para diseño por sismo, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.
- [7] Ordaz M y Pérez-Rocha L E (1998), Estimation of strength-reduction factors for elastoplastic systems: a new approach, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 27, pp. 889-901.
- [8] Park Y J (1995), New conversion method from response spectrum to PSD functions, *Journal of Engineering Mechanics*, ASCE, Vol. 121, pp. 1391-1392.
- [9] Ruiz S E y Toxqui J P (2008), Recomendación para reducir las ordenadas espectrales de diseño sísmico debido a un incremento de amortiguamiento viscoso en estructuras desplantadas sobre suelo duro, *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Veracruz.
- [10] Rosenblueth E y Reséndiz D (1988), Disposiciones reglamentarias de 1987 para tener en cuenta interacción dinámica suelo-estructura, *Series del Instituto de Ingeniería*, UNAM, No. 509.
- [11] Veletsos A S y Newmark N M (1960), Effect of inelastic behavior on the response of simple systems to earthquake motions, *2nd World Conference on Earthquake Engineering*, Tokyo.
- [12] Veletsos A S y Meek J W (1974), Dynamic behaviour of building-foundation systems, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 3, pp. 121-138.



DDC

Comunícate con tu Facultad

**Departamento de Difusión y Comunicación
de la Facultad de Ingeniería**

Edificio Multiaulas "Luis Barragán"
Cubículo Dos
Ciudad Universitaria

 [**comunicate.fi@gmail.com**](mailto:comunicate.fi@gmail.com)

INFORME **FEBRERO 2013 – ENERO 2014**

BIENVENIDA

Por convicción más que por obligación, acorde a las políticas institucionales de transparencia y rendición de cuentas, me presento ante ustedes para dar cumplimiento a la legislación que protestamos cumplir y hacer cumplir hace dos años. Me refiero específicamente a los Artículos 20 de la Ley de la BUAP y 115, Fracción III, del Estatuto Orgánico de la BUAP.

En este informe se resume la labor, prácticamente ininterrumpida a lo largo de un año, de los miles de estudiantes y más de doscientos trabajadores docentes y administrativos que conformamos esta Unidad Académica. Sirva entonces el documento impreso como testimonio de lo antes dicho y hago entrega del mismo al Mtro. José Alfonso Esparza, para su conocimiento, y a la Secretaria Técnica del Consejo para que lo remita a nuestro órgano de gobierno para su análisis. Este documento, al igual que su similar anterior se hará público una vez que el Consejo de Unidad Académica tenga a bien revisarlo y, en su caso, autorizarlo.

Estimada comunidad, nos ha sido muy grato verificar que nuestras acciones se encuentran alineadas con el Plan de Desarrollo Institucional 2013-2017, lo cual reafirma que este último efectivamente se elaboró considerando a todos los sectores de nuestra universidad, además de calificadas opiniones externas. Tal es así que la redacción ha sido modificada con respecto al informe anterior, de manera que se aprecie el paralelismo de nuestros esfuerzos con los ejes rectores del mencionado plan, si bien, orientados hacia nuestros recursos y nuestra vocación.

Entre las acciones para mejorar la calidad de nuestros programas educativos se continuó con la reestructuración de los programas de los cinco posgrados que se integraron en una sola maestría en ingeniería, ahora con seis opciones terminales, que se ha orientado hacia el posgrado con la industria del CONACYT, poniendo mucha atención en cumplir con indicadores de eficiencia terminal y titulación, para que en un futuro pueda integrarse al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad.

En este periodo en el que todos los programas de estudio de licenciatura se encuentran acreditados tanto por CIEES como por CACEI, nos hemos dado a la tarea de atender las reco-

mendaciones emitidas por estos organismos para que continuemos con la calidad educativa que caracteriza a nuestra institución.

Las acciones realizadas se han orientado esencialmente al desarrollo de nuestros estudiantes, mediante el impulso a las actividades tanto académicas como culturales y deportivas. Por otra parte, se ha apoyado la habilitación del personal docente para que desarrollen actividades académicas que les permitan acceder a reconocimientos como la obtención del Perfil deseable PROMEP y mejores niveles en el programa ESDEPED. Nuestros trabajadores administrativos han accedido a cursos institucionales y propios de nuestra Unidad Académica que les permiten realizar mejor su labor.

La atención a procesos que nos relacionan con otras dependencias de la Institución nos ha permitido participar en proyectos con la DGIE, con la Dirección de Archivo Histórico, con la Dirección General de Obras, con la Dirección de Patrimonio Institucional, con la Dirección General de Educación Superior, la Dirección de Cultura Física, así como con las Vicerectorías y, es de destacar el trabajo colaborativo con los integrantes de la DESIT.

Comportamiento dinámico de la Catedral de la ciudad de Puebla

Juan C. Ramírez Cisneros, Joaquín Lozano M, Hugo O. Ferrer Toledo, Julio Rojas Palacios, Ricardo Vázquez Rosas, Horacio Mijares Arellano

RESUMEN

La ciudad de Puebla fue fundada en 1531. La Catedral de la ciudad forma parte de su patrimonio cultural colonial. Por otro lado, la ciudad de Puebla se ha visto afectada históricamente por diferentes eventos sísmicos, como por ejemplo el sismo de Tehuacán del 6 de junio de 1999, que dañó muchos edificios coloniales de la ciudad de Puebla, incluida la Catedral. Por esta razón, y atendiendo a su importancia, se requería conocer el comportamiento dinámico de la Catedral de la ciudad de Puebla. Se realizó un modelo completo del templo mediante el programa SAP2000, aplicando el Método de los Elementos Finitos. Para comparar los resultados analíticos, se registró el ruido ambiental en diferentes lugares de la Catedral. Los resultados analíticos y empíricos resultaron satisfactorios.

Palabras clave: Análisis Estructural, Modal, Análisis por Elemento Finito.

ABSTRACT

Puebla city was founded in 1531. The Cathedral of the city is part of a colonial cultural heritage. Otherwise, the city of Puebla has been affected historically by different seismic events, such as the Tehuacan earthquake of June 6, 1999; this event produced damage in many colonial buildings of the city of Puebla, including the Cathedral. For this reason and considering the importance of the Cathedral it was required to know its dynamic behavior, an approach was to build a complete model of the temple using the SAP2000 program, which is based on the Finite Element Method. Simulation results were compared with environmental noise registration collected at different parts of the Cathedral. Analytical and empirical results are in satisfactory agreement.

Keyword: Structural analysis, Finite Element Method.

1 INTRODUCCIÓN

México tiene una gran cantidad de edificios históricos, construidos entre los siglos XV-XVIII, la mayoría de mampostería. Algunos de ellos lamentablemente

te no han sobrevivido a lo largo de los años debido a eventos sísmicos que han causado su colapso.

Uno de los edificios más emblemáticos y bellos que se ha conservado es la Catedral de la Ciudad de Puebla, que se construyó entre 1575 y 1768. El Estado de Puebla se encuentra en el centro de México y, a pesar de la distancia existente a la costa, se ve afectada por terremotos causados por la subducción de la Placa de Cocos bajo la Norteamericana (figura 1).

La ciudad de Puebla no sólo es afectada por los sismos procedentes de la zona de subducción, también resulta afectada por sismos de falla normal, que han causado graves daños a edificios históricos (por ejemplo, junio de 1999. Tehuacán, Puebla. Magnitud [M] = 7.0). Por todo esto, es necesario en una prime-

Recibido 20 de septiembre, 2013; aceptado 30 de septiembre, 2013

M.I. Juan C. RAMÍREZ CISNEROS, D. Joaquín LOZANO M.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

D. Hugo O. FERRER TOLEDO, C.E. Julio ROJAS PALACIOS
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

D. Ricardo VÁZQUEZ ROSAS, Prof. Horacio MIJARES
ARELLANO
Universidad Nacional Autónoma de México



Figura 1. Localización de la Catedral de la Ciudad de Puebla.

ra etapa, analizar el comportamiento dinámico de la Catedral, y en etapas posteriores evaluar el grado de vulnerabilidad y establecer criterios en relación con su conservación.

2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para estudiar la respuesta de la Catedral durante los eventos sísmicos, es necesario crear un modelo que simplifique de la mejor manera, el comportamiento real de la estructura. Este modelo requiere el conocimiento de la geometría (dimensiones, posición, etc.), de las propiedades mecánicas de los elementos estructurales y de las fuerzas sísmicas que tenga que soportar la estructura.

Es muy importante definir el tipo de modelado para representar el comportamiento real de la estructura. En nuestro caso, la Catedral de Puebla es un edificio de mampostería con muros y columnas de piedra. Se sabe que la mampostería es un material heterogéneo y anisótropo, cuyas características mecánicas dependen de la geometría y de las características mecánicas de los materiales que la componen.

El análisis lineal es el más sencillo, donde se supone que tanto el material y el sistema estructural tienen un comportamiento elástico lineal. Aunque el comportamiento de la mampostería no es lineal, el análisis lineal se puede utilizar para determinar el comportamiento del sistema estructural en los niveles de esfuerzo bajos. Teniendo en cuenta los esfuerzos máximos es posible identificar las áreas donde el agrietamiento puede iniciar. Así, con la información obtenida de este modelo preliminar, será posible crear nuevos modelos que utilicen esta información para conocer el comportamiento global de la estructura en el caso de acciones sísmicas mayores. El objetivo de este trabajo consiste en obtener los principales modos

de vibración y conocer los periodos y frecuencias correspondientes.

El comportamiento sísmico de los edificios históricos es más complejo que el comportamiento de los edificios actuales de acero y hormigón debido a múltiples factores, destacando los siguientes: la incertidumbre en la continuidad de los elementos, el deterioro que han sufrido los materiales a través del tiempo y la falta de mantenimiento, todos estos factores pueden causar daños significativos o el colapso parcial de estas estructuras históricas.

2.1 Estructuración de la Catedral

La Catedral cuenta con un cuerpo de 97,67 metros de largo por 51 metros de ancho, formando una planta rectangular con cinco naves, la nave central a mayor altura, dos procesionales y las últimas dos cerradas (capillas) formando un zuncho perimetral. Catorce columnas dóricas (figura 2) de casi 15 metros de altura sostienen las bóvedas y los arcos de la nave central y con otras 14 columnas incrustadas en los muros laterales ayudan a soportar las bóvedas de las naves procesionales. En total la cubierta está formada por dos cúpulas y cuarenta y una bóvedas.

Las 14 columnas aisladas que forman la nave central tienen secciones compuestas formadas por un núcleo cuadrado y una mitad circular incrustada en cada cara.

La Catedral tiene dos torres. La torre del norte, también llamada la vieja torre fue terminada en 1678 y es la única con campanas. La torre sur se empezó a construir en el año de 1731 y fue completada en 1768. Ambas tienen 70 metros de altura.

3 DESARROLLO DE UN MODELO ESTRUCTURAL DEL TEMPLO

El desarrollo de un modelo analítico de una estructura tridimensional requiere los siguientes pasos:

- Desarrollo de un modelo de la estructura en tres dimensiones.
- Identificación y selección del tipo de elemento finito para ser utilizado en el modelo.
- La discretización del modelo utilizando el tipo de elemento seleccionado.
- Identificación de las propiedades de los materiales y su aplicación al modelo.
- Aplicación de las condiciones de carga.
- Aplicación de las condiciones de apoyo.
- Solución del modelo.
- Revisión e interpretación de los resultados.

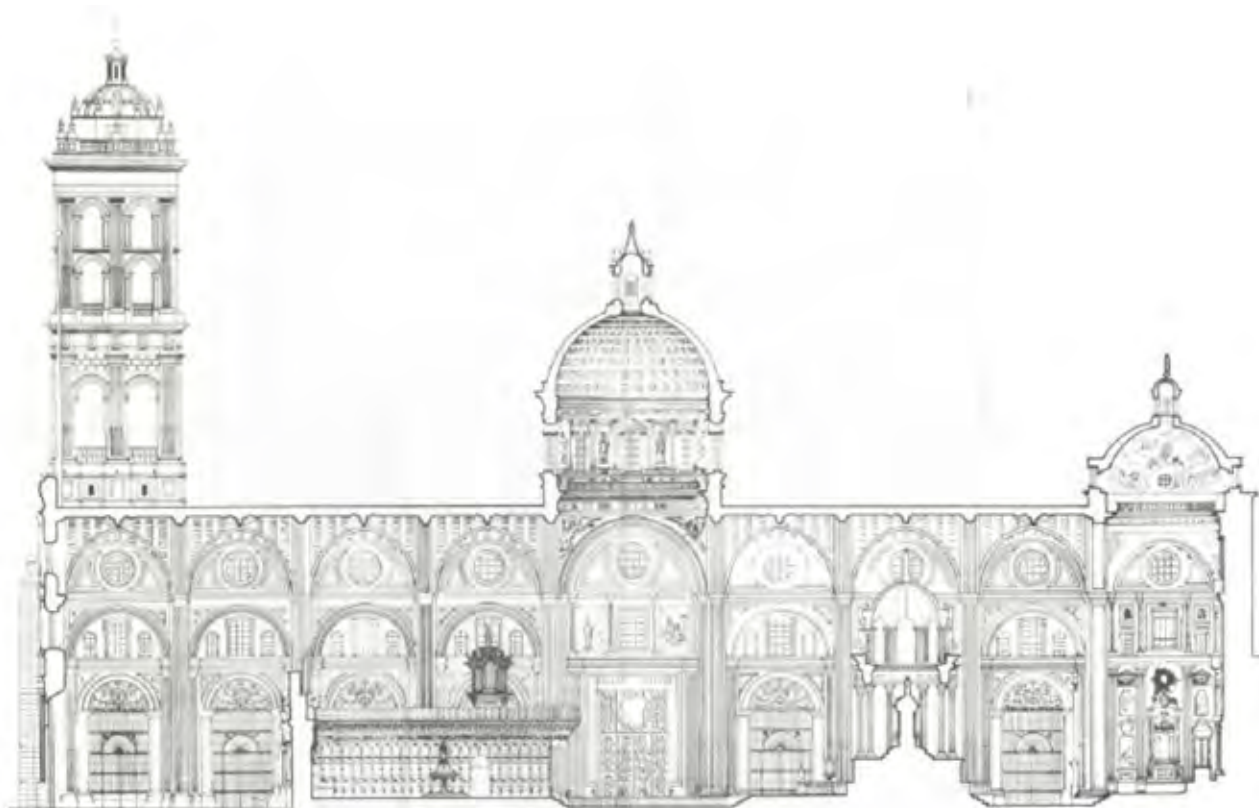


Figura 2. Corte longitudinal de la estructura.

Se realizó un modelo en tres dimensiones, considerando los muros y columnas como elementos destinados a soportar las cargas gravitacionales y las fuerzas cortantes que se generarían en caso de un análisis por cargas laterales. En este modelo se identifican diferentes macro-elementos que se pueden analizar por separado y que permiten conocer el comportamiento parcial de acuerdo con la metodología propuesta por Lagomarsino. Para la malla de elementos finitos empleada se utilizó el elemento Shell, adecuado para modelar muros y geometrías curvas como son las bóvedas y las cúpulas sin las complicaciones del elemento sólido.

Las propiedades mecánicas adoptadas para la modelación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Propiedades materiales usadas.

Material	Densidad (Ton/m ³)	Coefficiente de Poisson	Módulo de Young (Ton/m ²)
Albañilería 1	2	0.16	200,000
Albañilería 2	2	0.16	500,000

El modelo inicial consistió de 7589 elementos Shell y 6891 nodos. Este modelo sirvió para corregir

los defectos en la elaboración del modelo e identificar los modos de vibración, en la tabla 2 se presentan los primeros 20 modos.

4 CALIBRACIÓN DEL MODELO CON LAS VIBRACIONES DEL MEDIO AMBIENTE

La frecuencia de vibración de cualquier construcción es un factor importante que regula los cálculos relacionados con normas sísmicas actuales; conociendo la frecuencia natural de la construcción y aplicando el espectro de diseño se puede obtener la fuerza cortante basal. Lo ideal sería registrar el movimiento de la estructura durante un evento sísmico, en caso contrario se recurre a otras fuentes de vibración como son el ruido ambiental o los micro temblores.

Las relaciones espectrales obtenidas empleando la componente horizontal entre la vertical parten de la hipótesis de que las amplitudes espectrales de la componente vertical del movimiento no es muy sensible a los efectos de sitio, por lo que contienen principalmente los efectos de la fuente y la atenuación a lo largo de la ruta de la trayectoria de la energía; se concluye que las relaciones entre las componentes horizontales y verticales del movimiento (H/V)

Tabla 2. Periodos modales y frecuencias.

Caso de salida	Paso Tipo	Número de paso	Periodo Seg	Frecuencia Cic./seg
Texto	Texto	Sin unidades	Seg	Cic./seg
Modal	Modo	1	0.753576	1.327
Modal	Modo	2	0.748308	1.3363
Modal	Modo	3	0.672997	1.4859
Modal	Modo	4	0.664225	1.5055
Modal	Modo	5	0.358765	2.7873
Modal	Modo	6	0.352338	2.8382
Modal	Modo	7	0.29879	3.3468
Modal	Modo	8	0.27493	3.6373
Modal	Modo	9	0.263789	3.7909
Modal	Modo	10	0.254408	3.9307
Modal	Modo	11	0.230463	4.3391
Modal	Modo	12	0.224978	4.4449
Modal	Modo	13	0.221308	4.5186
Modal	Modo	14	0.210103	4.7596
Modal	Modo	15	0.206777	4.8361
Modal	Modo	16	0.199522	5.012
Modal	Modo	17	0.191497	5.222
Modal	Modo	18	0.183414	5.4522
Modal	Modo	19	0.174482	5.7313
Modal	Modo	20	0.1724	5.8005

eliminan los efectos de atenuación y de la fuente de la componente horizontal, lo que conduce al efecto del sitio, como lo propone Nakamura en 1989 y Lermo y Chávez-García lo aplican en México en 1993.

En otro método se utilizan las dos componentes horizontales del movimiento para cualquier punto del edificio entre el espectro de referencia que es el espectro de la base (L/L y T/T). La hipótesis en este método es que el movimiento de la planta es el mismo que el movimiento de entrada en la base del edificio. Así, dividiendo los dos componentes del movimiento en el punto correspondiente [N-S y E-O] entre las componentes del movimiento en la base, se elimina el efecto de la fuente y la ruta del registro de ruido, logrando conocer la respuesta del punto seleccionado de la estructura.

4.1 Procesamiento de señales

Para registrar el ruido de la estructura se emplearon dos acelerómetros Kinemetrics Altus K2, cada uno conectado a un episensor Kinemetrics, ambos se ajustaron a 100 muestras por segundo.

Se tomaron 25 registros, de los cuales, 11 registros fueron tomados en el techo de la Catedral y 11 puntos a nivel del terreno, dentro y fuera de la Catedral (figura 3).

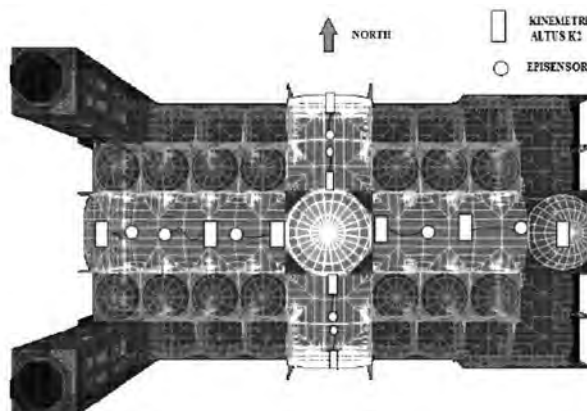


Figura 3. Localización de los acelerómetros en el techo de la Catedral.

Todos los registros tienen una duración de 900 s, cada registro se procesó con el software de Análisis Sísmico (SAC2000), en ventanas con segmentos de 30 segundos y para la correspondiente obtención de relaciones espectrales.

En cada una de las torres se tomaron tres registros a diferentes niveles para observar su comportamiento. Las torres reportan los modos con periodos más elevados (figura 4).

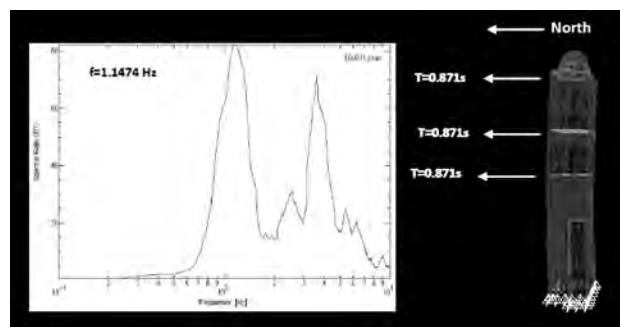


Figura 4. Torre Norte. Periodos de vibración a diferentes elevaciones. En la izquierda, función de transferencia de la relación espectral (T/T).

En la tabla 3 se muestran resultados del análisis de la vibración ambiental en ambas direcciones en los macro elementos principales.

En la tabla 4 se presenta un cuadro comparativo de los periodos obtenidos a partir de relaciones espectrales y con espectros de respuesta.

Después de analizar los resultados obtenidos mediante las relaciones espectrales y con los espectros

Tabla 3. Periodos modales y frecuencias.

Elemento	Frecuencia (Hz) N-S	Frecuencia (Hz) E-O	Periodo (s) N-S	Periodo (s) E-O
Torre Norte	1.1475	1.2451	0.87	0.8
Torre Sur	1.22	1.2451	0.819	0.8
Nave	2.56	2.73	0.39	0.366

Tabla 4. Comparación de los periodos obtenidos de las relaciones espectrales y las técnicas con espectros de respuesta.

Elemento	Proporciones especiales		Espectro de respuesta		Diferencia (%)	
	Periodo (s)		Periodo (s)			
	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O
Torre Norte	0.87	0.8	0.871	0.78	.001	2.5
Torre Sur	0.819	0.8	0.83	0.77	1.3	3.75
Nave	0.39	0.366	0.401	0.357	2.7	2.45

de respuesta se comprobó que ambas técnicas dan valores muy parecidos del primer modo de la Catedral.

Haciendo una comparación entre los periodos obtenidos a partir del modelo de elementos finitos y los obtenidos de la vibración ambiental, se concluye que el modelo inicial es más rígido que la estructura real y se procede a modificar los módulos de Young. En el modelo calibrado se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5. Periodos modales y frecuencias.

Caso de salida	Paso Tipo	Número de paso	Periodo Seg	Frecuencia Cic./seg
Texto	Texto	Sin unidades	Seg	Cic./seg
Modal	Modo	1	0.873754	1.1445
Modal	Modo	2	0.868508	1.1514
Modal	Modo	3	0.78268	1.2777
Modal	Modo	4	0.773658	1.2926
Modal	Modo	5	0.391753	2.5526
Modal	Modo	6	0.385064	2.597
Modal	Modo	7	0.332184	3.0104
Modal	Modo	8	0.313964	3.1851
Modal	Modo	9	0.297885	3.357
Modal	Modo	10	0.294526	3.3953
Modal	Modo	11	0.291449	3.4311
Modal	Modo	12	0.28529	3.5052
Modal	Modo	13	0.26073	3.8354
Modal	Modo	14	0.245316	4.0764
Modal	Modo	15	0.237154	4.2167
Modal	Modo	16	0.227659	4.3925
Modal	Modo	17	0.217307	4.3925
Modal	Modo	18	0.207371	4.8223
Modal	Modo	19	0.198949	5.0264
Modal	Modo	20	0.198102	5.0479

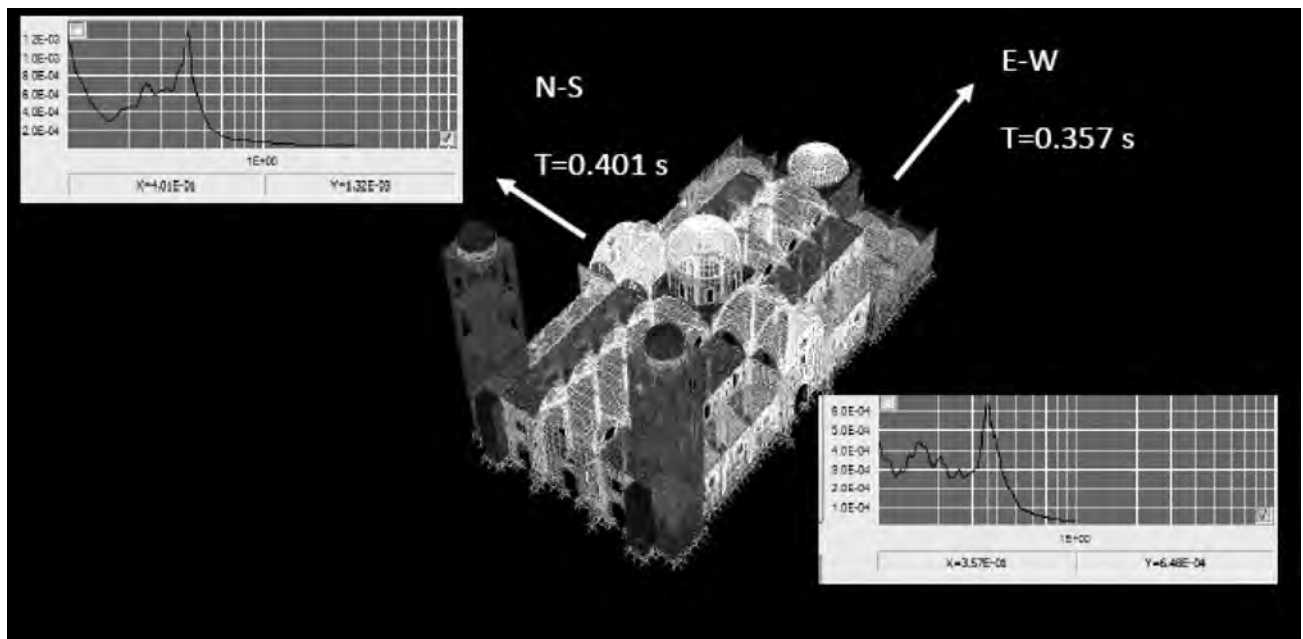


Figura 5. Periodos de la nave obtenidos de los espectros de respuesta.

4.2 La información modal del modelo 3D

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de participación de la masa por cada dirección, para los veinte modos incluidos en el análisis.

Tabla 6. Periodos modales y frecuencias.

Caso de salida	Tipo	Dirección	Estático	Dinámico
		Texto	Porcentaje	Porcentaje
Modal	Aceleración	UX	97.3006	62.8388
Modal	Aceleración	UY	97.0814	60.1334
Modal	Aceleración	UZ	37.3852	8.0038

Los primeros cuatro modos corresponden a la vibración de las torres en ambas direcciones, el quinto modo corresponde a la vibración de la nave de Norte a Sur (figura 6) y el sexto modo de Este a Oeste (figura 7).

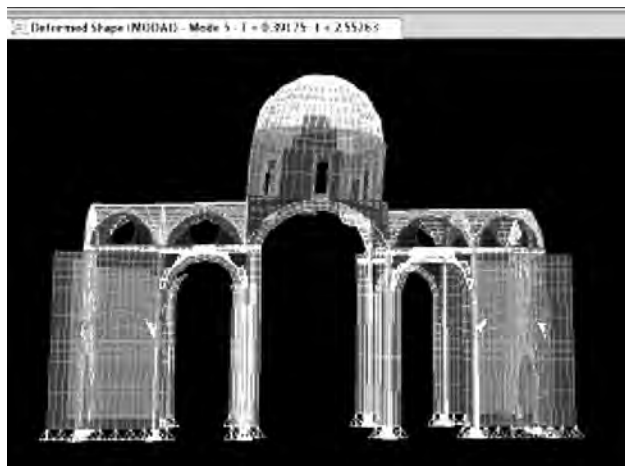


Figura 6. Quinto modo. Movimiento de la nave de Norte a Sur.

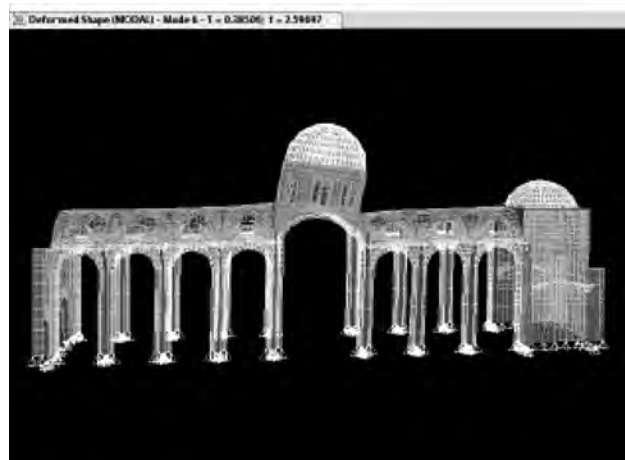


Figura 7. Sexto modo. Movimiento de la nave de Este a Oeste.

5 ANÁLISIS DEL MODELO TRIDIMENSIONAL

Calibrado el modelo se realizaron los siguientes análisis:

- Estático. Teniendo en cuenta el peso de los elementos macro, formado por las cargas de los muros, las bóvedas y las cúpulas (gravitacional).
- Análisis modal teniendo en cuenta las cargas gravitacionales.
- Análisis modal-espectral con el espectro de diseño propuesto.

6 ANÁLISIS SÍSMICO

Se realizó un análisis de espectro de respuesta con el espectro de diseño propuesto en el Código Reglamentario para el Municipio de Puebla, para diseño sísmico.

El edificio está situado en la zona II de acuerdo con el mapa de zonificación sísmica de la ciudad de Puebla, resultando un coeficiente sísmico de 0.48 para los edificios del Grupo A en el espectro correspondiente.

7 RESULTADOS

7.1 Reacciones

Ver tabla 7.

7.2 Estados de esfuerzo

El esfuerzo máximo se obtiene para la combinación de las fuerzas gravitacionales y las fuerzas por sismo que resultan del espectro de respuesta.

La tabla 8 muestra que los esfuerzos máximos van a aparecer en un evento sísmico, con valores de $-154,2 \text{ ton/m}^2$ a la compresión y de $76,2 \text{ ton/m}^2$ a la tensión.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera parte del objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo de la Catedral bajo el supuesto de comportamiento elástico lineal para el estudio de su respuesta a cargas sísmicas, modelo calibrado con la vibración del medio ambiente a partir de registros de ruido.

Los resultados obtenidos con la hipótesis señalada muestra un comportamiento inicial lineal-elástico de la estructura sin degradación y es satisfactorio cuando la estructura se somete a bajos niveles de esfuerzo,

Tabla 7. Reacciones base.

Caso de salida	Caso tipo	Paso tipo	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
			Tonf	Tonf	Tonf
C. Muerta	Combinación		5.013E-09	3.085E-09	65846.0747
Sísmico X	Combinación	Max	19475.8044	6.5371	66463.3769
Sísmico Y	Combinación	Max	6.5293	17041.9887	65228.7725

Tabla 8. Estados de esfuerzo.

Caso de salida	Caso tipo	S max		S min	
		Min	Max	Min	Max
Texto	Texto	Tonf/m ²	Tonf/m ²	Tonf/m ²	Tonf/m ²
CM+CV	Combinación	-105.1	35.45	-24.8	13.1
Sísmico X	Combinación	-134.7	76.2	-67.2	22.2
Sísmico Y	Combinación	-154.2	48.9	-72.3	34.8

estudios adicionales se requieren para considerar la no linealidad del material y geométrica con el fin de evaluar su seguridad.

Debido a que el centro de la Ciudad de Puebla forma parte del patrimonio mundial con más de dos mil edificios protegidos, es importante desarrollar esta línea de investigación, estudiando los diferentes tipos, sistemas estructurales, materiales, sistemas constructivos; llevar a cabo pruebas experimentales y de simulación numérica a fin de preservar los edificios y reducir la vulnerabilidad sísmica que existe en la actualidad, especialmente en el caso de los templos que son lugares donde se reúne mucha gente.

Esta investigación se enfocó a estudiar el comportamiento global del templo con elementos Shell y la comparación de diferentes modelos de elementos finitos es un problema que debe plantearse en futuras investigaciones, cuando el nivel de conocimiento del material sea suficiente para un modelado más detallado, lo que permite no sólo considerar la hipótesis elástica lineal, sino también considerar la hipótesis de comportamiento no lineal.

REFERENCIAS

- [1] Croci G., (2001) "Consevasione e restauro strutturale dei beni architettonici" UTET Libreria Srl.
- [2] Doglioni F., A. Moretti and V. Petrini, (1994), *Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste.
- [3] Giordano A. (2001), "Sulla capacità sísmica delle chiese a pianta basilicale", Tesi di doctorato XIV ciclo, Univeristà degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Ingegneria.
- [4] Lagomarsino S, (1998) "A new methodology for the post-earthquake investigation of ancient churches". Proc. of the XI European Conference on Earthquake Engineering, Paris.
- [5] Lourenço P. B (1994). "Analysis of masonry structures with interface elements", Delft University of Technology, June, report No. 03-21-22-0-01.
- [6] Lozano J., (2008), "Estudio de la respuesta de un templo antiguo ante acciones sísmicas mediante macro elementos", tesis doctoral, UAEM.
- [7] Mendoza, A. y Lozano, J. (2006), "Índices de daño y vulnerabilidad sísmica en templos antiguos (Centro Histórico de la ciudad de Puebla), tesis profesional, BUAP.
- [8] Meli R. and Sanchez A. R. (1996), "Structural aspects of the rehabilitation of the Mexico City Cathedral", Structural Analysis of Historical Constructions, P. Roca, J. L. Gonzalez, A. R
- [9] Meli R (1998), "Ingeniería estructural de los Edificios Históricos", Fundación ICA.
- [10] Peña F. (2010), "Estrategias para el modelado y el análisis sísmico de estructuras históricas", Revista de Ingeniería Sísmica No. 83 43-63.
- [11] Romano A. (2005), "Modelling, Analysis and Testing of Masonry Structures", Doctoral Thesis, Univeristà degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Ingegneria.
- [12] Wilson E (2002), "Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures. A Physical Approach with Emphasis on Earthquake Engineering", Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA.

PROGRAMAS EDUCATIVOS

La Facultad de Ingeniería cuenta con seis programas de licenciatura, a saber:

Ingeniería Civil
Ingeniería Topográfica y Geodésica
Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Ingeniería Industrial
Ingeniería Textil
Ingeniería Geofísica

Todas ellas se imparten en el Campus de Ciudad Universitaria y son escolarizadas.

Se cuenta también con dos programas de posgrado, que son:
Maestría en Valuación

Maestría en Ingeniería con seis opciones terminales: Tránsito y Transporte, Construcción, Estructuras, Geotecnia, Ambiental y Sistemas Eléctricos de Potencia.

Actualmente está por concluir el programa de la Maestría en Valuación que se imparte en la Universidad Autónoma de Yucatán; han ingresado a la Opción Terminal de la Maestría en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte estudiantes radicados en León, Guanajuato, bajo un convenio firmado con la Asociación de Auto transportes Urbanos e Interestatales OPTRA; se renovó el convenio con el Instituto Tecnológico de Pachuca para impartir en la ciudad del mismo nombre la Opción Terminal en Construcción; se está apoyando a los egresados de la Maestría en Valuación de Oaxaca para que puedan concluir sus trabajos de tesis y titularse, y se ha firmado recientemente el convenio con el Instituto Tecnológico de Tehuacán para que se imparta en esa ciudad la Maestría en Ingeniería con Opción Terminal en Construcción.

AVANCE DE LOS PLANES DE ESTUDIOS

En el año que se informa se impartieron por primera vez para las generaciones del Plan de estudios que corresponde al Modelo Educativo Minerva las materias de Proyectos I + D I, cuyo contenido fue trabajado de manera conjunta por los profesores de la División de Estudios Superiores de Ingeniería y Tecnología (DESIT), así como las asignaturas de seguimiento para la realización de la Práctica Profesional y el Servicio Social, cuyos formatos se han trabajado conjuntamente con la Dirección de Servicio Social institucional. En este cuatrimestre se encuentran por concluir sus créditos los estudiantes más avanzados de la generación 2009. De acuerdo a la fecha de creación del Modelo Universitario y su correspondiente incorporación al Plan de Estudios, es necesario realizar una revisión y actualización de los contenidos programáticos y bibliografía. Estamos a la espera de instrucciones de la Vicerrectoría de Docencia para llevar a cabo esta labor.

Los nuevos programas de posgrado iniciaron su impartición en enero de 2013 y este año han sido aceptados los alumnos de la segunda generación de este plan de estudios.

En participación conjunta con la Dirección General de Innovación Educativa se ha diseñado y habilitado en plataforma instruccional el primer curso en línea para los estudiantes de Licenciatura y/o Posgrado que deseen tomar la asignatura "Metodología de la Investigación" en este formato. Se encuentra en proceso la etapa de capacitación de los docentes para el manejo de esta herramienta.

La Facultad de Ingeniería cuenta con la plataforma Moodle, en la cual 56 profesores trabajan con sus estudiantes en las materias curriculares de los diferentes programas de estudio, por lo que se tiene un total de 2077 usuarios registrados. Este año se capacitó a cinco profesores más para que se integren a esta forma de trabajo.

MATRÍCULA

De acuerdo a las citas de inscripción para los periodos de Verano 2013, Otoño 2013 y Primavera 2014, la distribución de alumnos en las seis licenciaturas y los dos planes que se atienden es la siguiente:

Colegio	Plan	Periodo		
		Verano 2013	Otoño 2013	Primavera 2014
Ingeniería Civil	Fénix	234	237	141
	Minerva	804	812	967
Ingeniería Topográfica y Geodésica	Fénix	34	35	26
	Minerva	153	153	189
Ingeniería Mecánica y Eléctrica	Fénix	230	235	132
	Minerva	686	690	824
Ingeniería Industrial	Fénix	189	195	108
	Minerva	812	821	970
Ingeniería Textil	Fénix	41	42	29
	Minerva	108	110	114
Ingeniería Geofísica	Fénix	76	78	51
	Minerva	150	150	188
Total por Plan	Fénix	804	822	487
	Minerva	2713	2736	3252
Total por Periodo		3517	3558	3739

Durante el proceso de admisión para nuevo ingreso de 2013 se presentaron las solicitudes y aceptaciones que se presentan en la siguiente tabla:

Colegio	Solicitudes	Aceptados	No aceptados
Ingeniería Civil	807	204	603
Ingeniería Topográfica y Geodésica	70	50	20
Ingeniería Mecánica y Eléctrica	501	200	301
Ingeniería Industrial	761	201	560
Ingeniería Textil	27	20	7
Ingeniería Geofísica	90	50	40
Total	2256	725	1531

Durante el proceso de admisión por revalidación que se llevó a cabo en Otoño 2013 para ingresar en Primavera 2014 se admitieron 12 alumnos en Ingeniería Civil y 10 alumnos en Ingeniería Industrial.

LATTs en los neumáticos del STC Metro

M. A. Cruz Gómez, E. I. Villagrán Arroyo, O. L. Sánchez Flores, V. G. López

RESUMEN

En el sistema rueda neumática - pista del STC Metro (Sistema de Transporte Colectivo Metro México D.F.) el coeficiente de adhesión se provee por medio del contacto de la banda de rodadura neumática sobre la pista metálica, dando así corridas con confort en vibración y ruido, rápida aceleración, distancias cortas de frenado, capacidad de ascenso y descenso de pendientes. Este estudio se enfoca en los análisis en dos diferentes marcas de neumáticos donde se encontraron protuberancias adheridas a las bandas de rodadura denominadas LATTs de sus siglas en inglés (lumps attached to the tread tire). Los LATTs fueron analizados para identificar su naturaleza a través de técnicas de microscopía electrónica de barrido SEM (Scanning Electron Microscope) y EDS (Energy Dispersive X-ray Spectrometer) y nanoindentación, con la finalidad de relacionarlos con los problemas de pérdida de adhesión en la aceleración, distancia de frenado, ascenso y descenso de pendientes. Los resultados muestran que los LATTs están compuestas de partículas de: desgaste de los neumáticos, de balatas de frenado (madera impregnada en aceite de cacahuete), de los colectores de energía eléctrica, desechos de comida y envolturas. Se encontró también que las protuberancias evitan el contacto entre la banda de rodadura y la pista reduciendo el área de contacto hasta en un 30% en condición seca y un 80% en condición húmeda. Los resultados serán de utilidad para adoptar soluciones en la optimización del coeficiente de adhesión.

Palabras clave: Adhesión, partículas de desgaste, neumáticos.

ABSTRACT

In the pneumatic tire-track system Metro Collective Transportation of Mexico City, the adhesion coefficient is provided by the rubber tire running on the metallic track, providing smooth rides, fast acceleration, short brake distances, and ability to climb and descend slopes. The study is focused on analysis of two rubber tires brands, finding that debris build were accumulated on the treads named LATTs (lumps attached to the tread tire). In order to identify their nature detached LATTs were analyzed through techniques of scanning electron microscopy SEM (Scanning Electron Microscope) and EDS (Energy Dispersive X-ray Spectrometer) and nanoindentation, with the purpose of relate them to issues of adhesion loss in acceleration, brake distances and climbing and descending slopes. The results have shown that the LATTs composition is formed not only by debris from the tires, but also debris from the brakes pads, electrical power collectors, and food waste and snack wrappers. It was also found that the protuberances from debris prevent the contact between the tread tire and the track reducing the contact area up to 30% in dry conditions and 80% in wet conditions. Results will be useful to take further actions in optimizing the coefficient of adhesion.

Keywords: Adhesion, wear debris, rubber tyre.

Recibido 20 de noviembre, 2013; aceptado 18 de diciembre, 2013

M. A. CRUZ GÓMEZ, E. I. VILLAGRÁN ARROYO, O. L. SÁNCHEZ FLORES, V. G. LÓPEZ
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería, Grupo de Tribología y Transporte, Edificio de Posgrado, Primer nivel, Cubículo Núm. 16, Blvd. Valsequillo esq. Av. San Claudio, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel, CP. 72570, Puebla, Pue. Tel. 229 55 00, Ext. 7610.
Correo electrónico: marco.cruz@correo.buap.mx

1 INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 40 años el Metro ha presentado diferentes problemas relacionados con el coeficiente de adhesión entre el neumático y la pista metálica. Estos problemas se presentan con mayor frecuencia en temporadas de lluvias, trayendo como consecuencia: lentos recorridos entre estaciones, alto consumo de energía, problemas de frenado, y estaciones saturadas entre otros [1, 2, 3, 4 y 5]. El Metro opera

bajo condiciones críticas, tales como: largas jornadas (20 hrs. continuas de operación / día), transporta 7.5 millones de usuarios por día, grandes cargas (300 pasajeros por vagón cuando su capacidad máxima de transporte es de 147 usuarios), altas temperaturas (80°C en el contacto neumático y pista), extremas condiciones climáticas entre otras; estas condiciones y los problemas de pérdida de adhesión generan un gasto estimado del 3% del presupuesto anual asignado al Metro para mantenimiento, el cual se encuentra dividido en partidas como: la compra de neumáticos, programas de mantenimiento y ahorro de energía [1].

Trabajos de diferentes áreas de conocimiento reportan el análisis de partículas por métodos de microscopía electrónica identificando el tamaño y distribución de partículas por área, las cuales son utilizadas para conocer la densidad del medio [6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12].

Este trabajo reporta la caracterización de las protuberancias encontradas sobre la banda de rodadura de los neumáticos, las cuales son la causa de la pérdida del área de contacto que propician baja adhesión en el Metro. Esta es manifestada en la baja calidad en el servicio y aumento en el consumo de energía [13].

2 DESARROLLO

En diversas visitas de campo que se realizaron al INCADE (Gerencia del Instituto de Capacitación y Desarrollo), a las líneas y talleres del Metro se encontraron partículas de desgaste sobre las pistas, bandas de rodadura de los neumáticos, cantidades significativas de basura en los alrededores de las pistas y desechos de comida principalmente en las estaciones.

Un análisis minucioso de los neumáticos de ambas marcas (A y B) con lotes de 420 neumáticos cada uno, los cuales fueron removidos de los vagones del Metro después de haber cumplido con su vida útil de 220,000 km para la marca A y 180,000 km para la marca B. Se observó que en la banda de rodadura de los neumáticos se forman protuberancias de forma irregular que cubren principalmente la parte central del área de la banda de rodadura bloqueando los surcos que expulsan el agua; también se observó que los

bordes laterales presentan desgaste excesivo indicando que el contacto se lleva a cabo sobre todo en esta área en particular (figura 1).

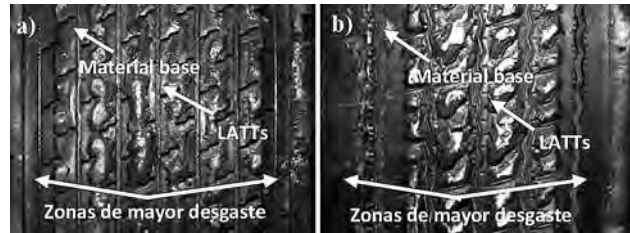


Figura 1. LATTs encontradas en bandas de rodadura a) marca A y b) marca B.

Se observó que las protuberancias irregulares estaban adheridas a las bandas de rodadura cubriendo las ranuras de desalojo de fluidos líquidos y gaseosos como agua y aire respectivamente. Se cree que estas pueden afectar el desempeño de los trenes al actuar como un tercer cuerpo en el contacto neumático – pista metálica reduciendo la huella de contacto a puntos de contacto y al ser obstruida la salida de fluidos se genere el fenómeno de *acupalaning* e *hidroplaning*.

También se realizó un monitoreo de todos los neumáticos del Metro y se encontró que los LATTs se empiezan a formar en las bandas de rodadura a partir de los 3000 km de recorrido en promedio. En consecuencia los LATTs se encuentran casi en toda la vida útil de los neumáticos afectando la adhesión y la histéresis.

2.1 Nanodurezas

Con un equipo de Nanoindentación CSM, se analizaron algunas propiedades mecánicas de los residuos acumulados en forma de protuberancias comparándolas con las propiedades del material de la banda de rodadura de ambas marcas de neumáticos y con la pista metálica en las que se hace el recorrido del neumático de carga del Metro (tabla 1).

2.2 Composición química

Para conocer la composición química de los LATTs acumulados en las bandas de rodadura de los neumáticos se extrajeron muestras de estos y se compararon

Tabla 1. Propiedades de la nanoindentación.

Muestras	Nanoindentación Instrumental (HIT). GPa	Modulo elástico (EIT). GPa	Módulo de Young (ε). Gpa
Neumático A	0.00655	0.02762	0.56333
Neumático B	0.00661	0.02606	0.63194
Protuberancia	0.00263	0.04213	0.74913
Pista Metálica	2.52151	57.11287	0.74550

con la composición química del material base de ambas marcas de neumáticos por medio de dispersión de Rayos X (EDS) realizando análisis generalizados y puntuales mostrados en la Figura 2a, b y c respectivamente.

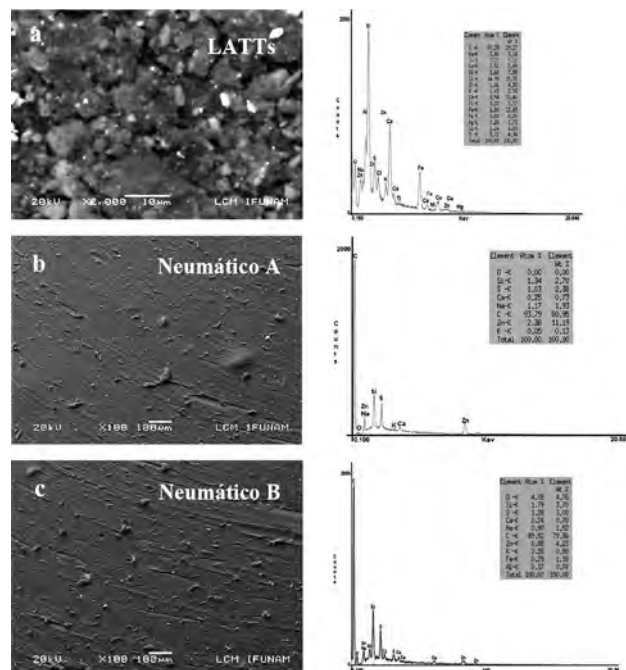


Figura 2. EDS; a) micrografía a 2000X de los LATTs, b) micrografía a 100 X del neumático marca A, c) micrografía a 100 X del neumático marca B.

Se puede observar que los LATTs contienen O, Si, Ca, Fe, Cu, Na, Al, S, Cl, K, Zr, Zn, Ti, Hg y Ni. El material base del neumático está compuesto de C, O, Si, Ca, S, Zn, Na, Al, K y Fe. Las pistas metálicas: C, Si, Fe, Cu, S, Mn, Mg y P. Los sistemas de frenado y colectores de energía: Al, Fe, Ti, Cu, Co, Ni y Zr. El tamaño de partículas fue $\leq 52 \mu\text{m}$.

2.3 Procedimientos para las tomas de las huellas de contacto

El levantamiento de las huellas de contacto del neumático se realizó con y sin carga, utilizando distintos métodos de impresión de huella sobre diferentes superficies de contacto. Para el análisis de cuantificación de partículas por unidad de área, se utilizó microscopía electrónica de barrido y el software Digital para identificar las intensidades de tonos en la escala de grises de las imágenes tomadas de las huellas.

Para los neumáticos marca A y B, se colocó tinta color negro base agua, de manera uniforme sobre la banda de rodadura con protuberancias calcándose sobre un cristal, dejando impresos los puntos de

contacto. En una segunda prueba, se colocó un fluido líquido fluorescente en el contacto, obteniendo una imagen de los puntos que interaccionan en el contacto.

Las pruebas con carga se aplicaron utilizando un boogie simulador, para hacer la impresión de las huellas de contacto del neumático sobre la pista metálica. En la cara de dicho contacto de la pista metálica se aplicó un recubrimiento con resinas epóxicas que permiten marcar por fricción, debido al incinerado de la resina de la huella.

La huella de contacto con carga, fue impresa de forma experimental por dos métodos:

- 1) Huella estática.- Se realizó por frenado, deslizando el neumático bloqueado sobre la pista hasta hacer la incineración de la resina.
- 2) Mientras que en la huella dinámica.- Se ejerció un torque al motor sometiendo a rodadura el neumático con carga para luego deslizarlo sobre la pista metálica imprimiéndole dicha área.

Las huellas de contacto fueron medidas como las áreas impresas de forma elíptica, aplicando el método de análisis de cuantificación de partículas por unidad de área, usando como herramienta el software Digital para la identificación de intensidades de tonos en la escala de grises de una imagen, con el objetivo de compararla con la de un neumático contaminado con LATTs para ambas marcas.

Se obtuvieron 21 tomas fotográficas, cubriendo la longitud total de la banda de rodadura del neumático nuevo y con LATTs. Las imágenes fueron tomadas con una cámara réflex de 18 mega pixeles con un lente macro USM EF 100 mm f/2.8 de alta fidelidad. La toma fue calibrada a mega pixeles cuadrados con la muestra patrón del fabricante; presentando un arreglo de 215000 μm que equivalen a 0.215 m de ancho y 150000 μm que corresponde a 0.15 m de altura.

Posteriormente las 21 fotografías de cada banda de rodadura se procesaron y analizaron por medio de los software: Photoshop, Picture Style Editor, EOS Utility, Digital y Minitab con la finalidad de comparar en forma precisa la dimensión del rectángulo formado por el ancho del neumático. Estas 21 tomas fotográficas cubren 3.15 m equivalente a 3150000 μm .

El análisis con el software Digital, consiste en tomar una imagen previamente tratada con los software anteriormente mencionados, que resaltan factores como nitidez, tonalidad, conversión de colores a escalas de grises, tonalidad de fronteras, espectros de separación de intensidad de la escala

de grises, metrología en cienmilésimas de micra de las dimensiones de la imagen a partir de una escala preestablecida por el usuario. Una vez analizada es procesada con las herramientas del software Digital. Posteriormente, se realiza una nueva medición de la imagen. La escala patrón es asignada por el usuario con una exactitud de hasta cienmilésimas de micra, lo que permite medir de manera manual y/o automática los tonos de la escala de grises de las zonas de interés en la imagen.

Para utilizar esta herramienta de medición de áreas de partículas se requiere primero pasar la imagen por una espectro de tonalidad e intensidad de escala de grises que selecciona el área de interés sombreando la imagen en color verde. Ésta es guardada como un nuevo archivo de procesamiento, el cual se pasa por un filtro de conteo de partículas del orden de cienmilésimas de micra transformando las zonas sombreadas de color verde en color rojo, identificando cada una de las partículas encontradas con un número consecutivo color blanco en un extremo. El conteo de partículas fue registrado en una hoja de procesamiento de datos para ser analizada en Minitab, para determinar el número y tamaño de las mismas, medidos en radios y áreas con gráficos representativos del análisis.

2.4 Huellas de contacto

En la figura 3, se muestran las huellas de contacto sin carga de los neumáticos marca A y B respectivamente; en las figuras 3a) y 3c), se observan impresas en tinta sobre una placa de cristal y en la figura 3b) y 3d) se muestra un desplazamiento del líquido fluorescente en el contacto entre el neumático y la placa de cristal respectivamente.

La figura 4a) muestra un boogie del Metro, la figura 4b) presenta una huella de contacto estática.- por frenado deslizando el neumático bloqueado sobre la pista hasta hacer el incinerado de la huella de contacto en el neumático, 4c) muestra la huella de contacto dinámica, ejerciendo un alto torque al motor motriz, sometiendo a rodadura el neumático con carga hasta deslizarlo sobre la pista metálica, imprimiendo el área de contacto en la pista metálica, 4d) presenta las huellas de contacto sobre pistas metálicas con diferentes acabados superficiales.

El área de contacto en forma de elipse al frenado estático fue de 0.028928 m^2 ($2.8928 \text{ E}+10 \text{ } \mu\text{m}^2$), con un radio mayor de 0.1067 m ($106700 \text{ } \mu\text{m}$) y radio menor de 0.0863 m ($86300 \text{ } \mu\text{m}$).

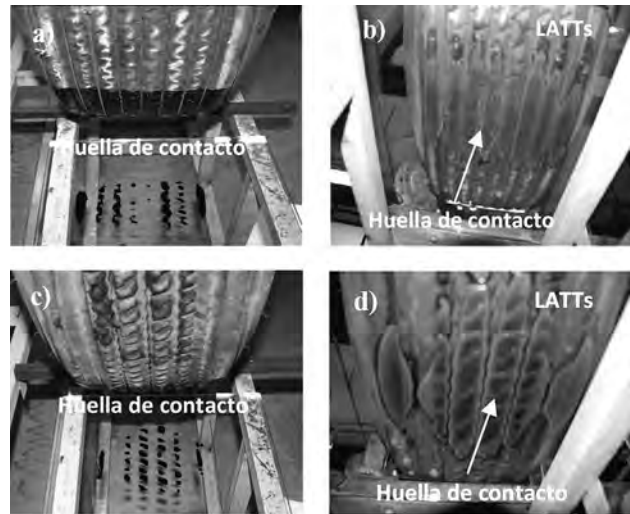


Figura 3. Huellas de contacto sin carga; a) neumático marca A con tinta, b) neumático marca A con líquido fluorescente, c) neumático marca B con tinta y d) neumático marca B con líquido fluorescente.



Figura 4. Huellas de contacto tomadas en el boogie con carga; a) boogie (Metro), b) huellas de contacto estática por neumático bloqueado y deslizamiento, c) huella de contacto dinámica por rodadura y d) huellas de contacto sobre diferentes acabados superficiales en las pistas metálicas [1].

Las áreas de contacto fueron de 0.01672 m^2 ($1.672 \text{ E}+10 \text{ } \mu\text{m}^2$), con un radio mayor de 0.0942 m ($94200 \text{ } \mu\text{m}$) y radio menor de 0.0565 m ($56500 \text{ } \mu\text{m}$).

Las imágenes de la figura 5 representan un lote de las muestras de cómo se llevó a cabo el análisis de las 21 tomas fotográficas, que constituyen la banda de rodadura de cada uno de los neumáticos sin contaminantes y contaminadas con protuberancias para la marca A y B, respectivamente.

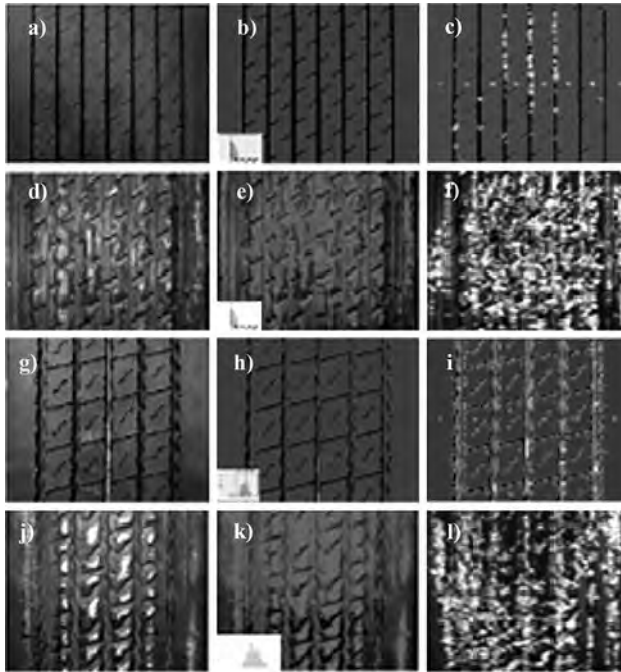


Figura 5. Huellas de contacto analizadas mediante métodos de medición de partículas por área (Software Digital); a, b, y c) análisis del área de contacto del neumático marca A nuevo en condición libre de contaminantes; d, e y f) análisis del área de contacto del neumático marca A en condición contaminada por LATTs; g, h, i) análisis del área de contacto del neumático marca B nuevo en condición libre de contaminantes; j, k y l) análisis del área de contacto del neumático marca B en condición contaminada por LATTs.

La banda de rodadura de los neumáticos tiene una forma de rectángulo cuyo ancho es de 0.215 m (215000 μm) por lo alto de las 21 tomas fotográficas que es de 3.15 m (3150000 μm). En caso de que el neumático fuera liso tendría un área de contacto por giro de 0.677 m^2 (6.77 E+11 μm^2).

El diseño de la banda de rodadura lisa es considerado el 100% del área del rectángulo. Sin embargo cuando el fabricante utiliza parte de esta área de acuerdo a su diseño, para los canales que desalojan el fluido, reduce el área correspondiente. Para la marca A es de 53.64% y para la marca B es de 58.24%, lo que genera una pérdida de más del 50% que corresponde el área de contacto de un neumático nuevo. Al comparar éste con un neumático contaminado, se aprecia que solo es aprovechada una tercera parte del área de contacto del diseño del fabricante.

El neumático marca A nuevo, libre de contaminantes y de acuerdo al diseño del fabricante, tiene una área de contacto de la banda de rodadura por giro fue de 0.314 m^2 (3.14 E+11 μm^2) y para el neu-

mático marca B bajo condiciones semejantes fue de 0.283 m^2 (2.83 E+11 μm^2).

El neumático marca A, de acuerdo al diseño del fabricante en condición contaminada con LATTs tiene un área de contacto de la banda de rodadura por giro de 0.224 m^2 (2.24 E+11 μm^2) y para el neumático marca B en condiciones semejantes fue de 0.186 m^2 (1.86 E+11 μm^2).

3 CONCLUSIONES

- Se identificó que las protuberancias son producidas por la acumulación de contaminantes en el contacto neumático-pista. Como consecuencia estas producen pérdida de adhesión.
- Las protuberancias pueden actuar como lubricantes debido a la mezcla de distintos contaminantes formando una pasta cuando existe alta temperatura o agua en el contacto.
- Se identificó que los LATTs contienen partículas $\leq 52 \mu\text{m}$, provenientes del desgaste abrasivo de los materiales involucrados en el contacto más los provenientes de fuentes como el sistema eléctrico y contaminantes del medio que son atrapados en el contacto.
- Una banda de rodadura de neumático contaminada reduce el área de contacto a puntos de contacto aleatorios afectando la adhesión. El porcentaje de área de contacto se redujo en un 28% para la marca A y en un 34% para la marca B.
- El diseño de las bandas de rodadura de las dos marcas redujo la adhesión hasta en un 30% en condición seca y un 80% en condición húmeda.
- Los módulos de Young de los LATTs y de las pistas metálicas al ser semejantes son los responsables de la impresión por contacto de los LATTs sobre la pista metálica, comportándose los LATTs como masas de partículas metálicas compactadas.

4 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sistema de Transporte Colectivo Metro, al Instituto Politécnico Nacional, a la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a las empresas Michelin (marca A) y Bridgestone (marca B), a los alumnos de F.I. BUAP; A. Hernández Peña, E. Mijangos Quiroz, por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Sistema de Transporte Colectivo-Metro de la Ciudad de México, <http://www.metro.df.gob.mx>, 2014 (available online).
- [2] Huang Xin, García Marcelo H; Modeling of non-hydroplaning mudflows on continental slopes, USA, Elsevier Marine Geology 154 (1999) 131–142.
- [3] M. A. Cruz Gómez, E. A. Gallardo-Hernández, M. Vite Torres, A. Peña Bautista; Rubber steel friction in contaminated contacts, WEAR, Volumen 302, Issues 1 - 2, April / May 2013, ISSN 0043 - 1648, pp 1421 - 1425.
- [4] W.J. Wang, H.F. Zhang, H.Y. Wang, Q.Y. Liu, M.H. Zhu, Study on the adhesion behavior of wheel/rail under oil, water and sanding conditions, Wear, Vol. 271, 9–10, (2011), pp. 2693-2698.
- [5] K. L. Johnson, Kenneth Langstreth Johnson; Contact Mechanics, Cambridge University, Reprint (August 2008), ISBN-10: 0521347963 and ISBN - 13: 978-0521347969.
- [6] I. Zamengo, N., Barbiero, M., Gregio, G., Orrú; Combined Scanning electron microscopy and image analysis to investigate airborne submicron particles, A comparison between personal samples, Chemosphere, Venezia, Italy, 76 (2009) 313-323
- [7] Yury E., Shapiro; Structure and dynamics of hydrogels and organogels: An NMR spectroscopy approach, Progress in Polymer Science, Israel, 36 (2011) 1184-1253.
- [8] Julie D., Richman, Kenneth J. T., Livi, Alison S., Geyh; A scanning transmission electron microscopy method for determination of manganese composition in welding fume as a function of primary particle size, Journal of Aerosol Science, U.S.A., 42(2011) 408-418.
- [9] Z. P. Luo, J. H., Koo; Quantification of the layer dispersion degree in polymer layered silicate nanocomposites by transmission electron microscopy, Polymer, USA, 49 (2008) 1841-1852.
- [10] Marisa I. Kreider, Julie M., Panko, Britt I., McAtee, Leonard I. Sweet, Brent I. Finley; Physical and chemical characterization of tire-related particles: Comparison of particles generated using different methodologies, Science of the total environment, U.S.A. 408(2010) 652-659.
- [11] Stephan Weinbrunch, David Wiesemann, Martin Ebert, Katarina Schutze, Roland Kallenbom, Johan Strom; Chemical composition and sources of aerosol particles at Zeppelin Mountain (Ny Álesbund, Svalbard): An electron microscopy study, Atmospheric Environment, Germany, Norway, Sweden, 49 (2012) 142-150.
- [12] T. M., Mayhew; Quantifying Immunogold Localization Patterns on Electron Microscopic Thin Sections of Placenta: Recent Developments, Placenta, U.K., 30(2009) 564- 570.
- [13] Cruz. G. M. A., Análisis de la adhesión de un sistema neumático – pista metálica en el S.T.C. Metro para obtener el grado doctoral, I.P.N. – S.E.P.I. – E.S.I.M.E. Zac., 2013.



Ingeniería y Tecnología
Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

¿Le interesa un espacio en nuestra revista?

CONTÁCTENOS

-  posgrado.fi.buap@gmail.com
-  <http://investigacionyposgradofi.blogspot.mx>
-  [facebook.com/posgrado.ingenieria.buap](https://www.facebook.com/posgrado.ingenieria.buap)
-  @POSGRADO_FI

Remoción de colorantes textiles en agua residual mediante las técnicas de adsorción y coagulación-floculación

Alejandra Alicia Pelaéz Cid, Rodolfo Radillo Ruíz,
Marco Antonio Tlalpa Galán, Erick Lobato López

RESUMEN

En el presente trabajo se propone la combinación de adsorción y coagulación-floculación como técnicas de tratamiento del agua residual, para disminuir la concentración de colorantes (cuba o reactivos) presentes en el efluente resultante del proceso de teñido de la planta procesadora de algodón del Grupo Carolina, con el propósito de reutilizar el agua en el proceso productivo. La cuantificación de la disminución del contenido de colorante en el efluente tratado se evaluó mediante espectrofotometría de absorción. Utilizando la coagulación-floculación como técnica de tratamiento, se probaron cinco agentes coagulantes en combinación con una poliacrilamida aniónica (PAA^-) como floculante, los coagulantes utilizados fueron, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 y policloruro de aluminio (PAC). Se encontró que el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ fue el más apropiado para el tratamiento de los efluentes conteniendo colorantes cuba y reactivos, con 66% y 84% de remoción respectivamente. Para el FeSO_4 se lograron remociones de 49% y 82% en el caso de los efluentes cuba y reactivo, siendo las sales de hierro las más eficaces en el tratamiento de los efluentes. Para el tratamiento por adsorción se utilizaron como adsorbentes, dos tipos de algodón de desperdicio, generados durante las operaciones de hilatura en la planta, uno con cascarilla (COWH) y otro con fibras cortas (COSF), los resultados de adsorción estática, demostraron que COWH fue más eficiente que COSF, lográndose 80% y 77% de remoción para los efluentes conteniendo colorantes reactivo y cuba respectivamente. Se optimizaron las condiciones de operación para ambos tratamientos, para determinar cual resulta más apropiado para su implementación.

Palabras clave: Agua residual colorada, Adsorción, Residuos de algodón, Coagulación-Floculación.

ABSTRACT

This paper proposes wastewater treatment based on the combination of adsorption and coagulation-flocculation as techniques to decrease the concentration of vat or reactive dyes present in the effluent which results from dyeing process at the cotton-processing plant belonging to Grupo Carolina with the purpose of recycling the water in the productive process. Decrease in dye content of the treated effluent was evaluated by adsorption spectrophotometry. Wastewater treatment was formulated based on the coagulation-flocculation technique, treatment options considered five coagulant agents in combination with a single anionic polyacrylamide (PAA^-) as a flocculant: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , and aluminum polychloride (PAC). It was found that $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ was the most appropriate coagulant to treat effluents containing vat and reactive dyes providing removal rates between 66 and 84%. Otherwise, FeSO_4 removal rates between 49 and 82% for vat and reactive effluents were obtained. Based on these results it can be affirmed that ferrous salts were the most effective coagulant for dye removal. For the adsorption treatment, two types of spinning process cotton waste were used: One with husk (COWH) and another with short fibers (COSF). Obtained results with static adsorption have proved COWH to be more efficient than COSF, attained removals were 80 and 77% for effluents containing reactive and vat dyes respectively. Operating conditions for both treatments were optimized to determine which one resulted to be the most appropriate for implementation.

Keywords: Colored wastewater, Adsorption, Cotton wastes, Coagulation-Flocculation.

Recibido 18 de diciembre, 2013; aceptado 20 de enero, 2014

Alejandra Alicia PELÁEZ CID, Marco Antonio TLALPA GALÁN,
Erick LOBATO LÓPEZ

Facultad de Ingeniería, BUAP, Edificio 108A, Ciudad Universitaria,
CP. 72570, Puebla, México

Correo electrónico: alalpeci@hotmail.com

Rodolfo RADILLO RUÍZ

Innovación Textil EAL S.A. de C.V. Grupo Carolina, Salvatierra,
Guanajuato, México

1 INTRODUCCIÓN

El principal problema ambiental del sector textil es el alto consumo de agua y el gran volumen de contaminantes vertidos en ella. La fabricación de 1 kg de producto textil necesita de 100 a 200 litros de agua [1, 2] y después de los procesos de engomado y desengomado, descruce, lavado, blanqueo, mercerizado, teñido y estampado de los géneros de algodón, se vierten a cuerpos de agua receptores o al alcantarillado el 90% de los productos químicos utilizados [2].

En este contexto, las empresas de acabados de telas y prendas son las que, dentro del sector textil, presentan un mayor impacto sobre el medio acuático, generando un elevado volumen de aguas residuales. Las principales características de este tipo de efluentes son: elevados caudales altamente coloridos y alcalinos, elevada temperatura, alta DQO y contenido tanto de sólidos suspendidos como disueltos. Se ha determinado que su carga orgánica media es, aproximadamente, el doble que la de las aguas residuales urbanas [3], aunque pueden no contener productos tóxicos y están exentas de microorganismos patógenos.

Es evidente, por el alto consumo de agua para proceso y el elevado contenido de productos químicos presentes después de la utilización de la misma, que las empresas textiles necesitan implementar u optimizar el tratamiento de sus efluentes, para lograr la reutilización del vital líquido.

Existen diversas técnicas para la remoción de los colorantes textiles, como la filtración, procesos químicos de oxidación-reducción y la ósmosis inversa, entre otras. La coagulación-floculación y la adsorción son dos métodos que han probado ser altamente efectivos en el tratamiento de los efluentes textiles y al combinarlos es posible obtener agua de calidad a partir de agua residual [4]. La implementación y combinación de estas técnicas permitirá el reciclado del agua, un menor consumo del líquido, así como la disminución del volumen de vertidos.

Aunque el carbón activado ha probado ser altamente efectivo para la eliminación por adsorción de una gran variedad de colorantes presentes en aguas residuales procedentes de la industria textil [5], numerosas investigaciones proponen la utilización de residuos de origen vegetal [1, 4, 6] e industrial [7] con el mismo fin. Las ventajas que presenta la utilización de residuos como adsorbentes son; efectividad, facilidad de adquisición, reducción en los costos de tratamiento de los efluentes, así como la disminución en la generación de residuos sólidos [4].

El presente trabajo pretende proponer un sistema optimizado de tratamiento para la eliminación de los colorantes presentes en el efluente generado durante el proceso de teñido en la planta del Grupo Carolina, para su reutilización mediante el establecimiento de las dosis óptimas de agentes coagulantes y floculante tradicionales para lograr la máxima remoción de colorantes del tipo cuba y reactivo presentes en los efluentes. El aprovechamiento de los desperdicios de algodón generados en el proceso de hilatura de la fábrica para utilizarlos como adsorbentes para la eliminación del color y establecer las condiciones apropiadas de adsorción para lograr la máxima remoción de los colorantes y la combinación de ambas técnicas para lograr el reciclado de agua y consecuentemente minimizar el consumo del líquido para reducir el volumen de los vertidos.

2 PARTE EXPERIMENTAL

Se trataron siete efluentes conteniendo colorantes textiles, los cuales se designaron, en función del tipo de colorante que contenían y su tonalidad, con los siguientes nombres: Cuba Ámbar, Cuba Azul, Cuba Marino 12, Cuba Marino 24, Azul Reactivo, Rojo Reactivo y Vino Reactivo.

Como adsorbentes se utilizaron los desperdicios de algodón generados durante la hilatura en la planta de Salvatierra: algodón con cascarilla (COWH) y algodón con fibras cortas menores de 10 mm (COSF). Las fibras de algodón de manera natural están protegidas por una capa de cera que las hace hidrofóbicas. Para disminuir su hidrofobicidad, COSF fue tratado con solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 25%.

Para las pruebas de coagulación-floculación se prepararon soluciones acuosas al 5% de cuatro coagulantes de bajo costo y uso común: Sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), Cloruro férrico ($FeCl_3$), Sulfato férrico ($Fe_2(SO_4)_3$), Sulfato ferroso ($FeSO_4$) y un coagulante polimérico, el policloruro de aluminio (PAC) al 10%. El agente floculante polimérico utilizado para favorecer el crecimiento de los flocs fue: Poliácridamida aniónica (PAA^-) al 0.1%. La determinación de las dosis óptimas de coagulante y floculante se realizó mediante la prueba de jarras, utilizando un equipo de jarras PHIPPS & BIRD, modelo 770-901B.

La cuantificación del contenido de colorante en el agua residual antes y después del tratamiento se realizó por espectrofotometría de absorción en las regiones UV y visible, previa obtención de los espectros de absorción del efluente correspondiente. Las medi-

ciones espectrofotométricas se realizaron utilizando un espectrofotómetro HACH modelo DR2500. Se estableció como longitud de onda de detección, la longitud de onda de máxima absorbancia ($\lambda_{\text{máx}}$) de cada uno de los efluentes tratados.

En la figura 1 se muestran los espectros de absorción de los siete efluentes tratados, así como sus longitudes de onda de detección.

3 RESULTADOS

El proceso de adsorción estática se realizó en dos etapas, con tiempo de contacto de 24 horas, en la primera etapa se comparó la capacidad de adsorción de los dos adsorbentes, se observó que aunque COWH era capaz de adsorber los colorantes presentes en el agua residual, desprendía una coloración ámbar indeseable (Figura 2) debido a la presencia de la cascarilla del algodón. La coloración era más intensa en función del tiempo de contacto con el efluente y la cantidad de algodón utilizado, por lo que en la segunda etapa sólo se utilizó COSF, después de haber sido tratado con solución de NaOH. En la figura 3 se muestran los resultados de adsorción, donde en (a) se observa que con COWH se obtienen remociones altas mientras que con COSF estas son bajas, pero una vez que fue tratado con el NaOH para volverlo hidrofílico, su capacidad de remoción (b), se incrementa para ambos tipos de efluentes, lográndose hasta 55% de remoción para el efluente rojo reactivo.

Los resultados de las pruebas preliminares de coagulación-floculación indicaron que las sales de hierro producían los mayores porcentajes de remoción. Se encontró que el $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ fue el más apropiado para

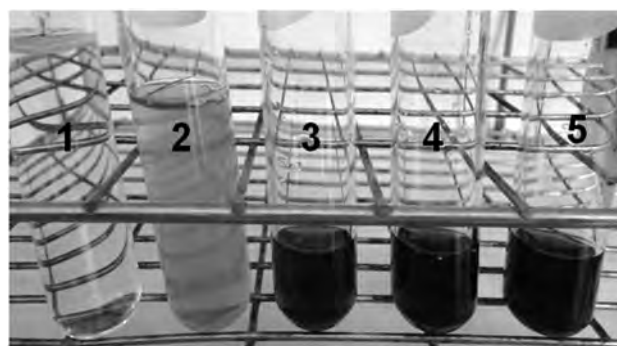


Figura 2. Aspecto de las soluciones de cuba azul después del proceso de adsorción sobre COWH.

1. Agua destilada, 2. Blanco de COWH (0.1 g de COWH en agua destilada 24 h), 3. Adsorción en 0.1 g de COWH, 4. Adsorción en 0.2 g de COWH y 5. Adsorción en 0.3 g de COWH.

el tratamiento del efluente cuba azul con 66% de remoción y el FeSO_4 el que logró una remoción de hasta 34% en el caso de un efluente reactivo.

Estos resultados se muestran en la figura 4 (a), también se observa que las sales de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y PAC) son las menos eficientes, por lo que se descarta su uso en la segunda etapa, como vemos en la figura 4 (b).

Durante la segunda etapa, donde sólo se utilizaron sales de hierro y se trataron dos nuevos efluentes de cada tipo, se cambiaron las dosificaciones de los agentes coagulantes (3200 mg/L de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ y FeSO_4 para los efluentes reactivos y entre 1000 y 2000 mg/L de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ para los efluentes cuba). Para la PAA^- utilizada como floculante las dosis óptimas para obtener la máxima remoción de colorantes presentes en los efluentes fueron de 10 y 20 mg/L,

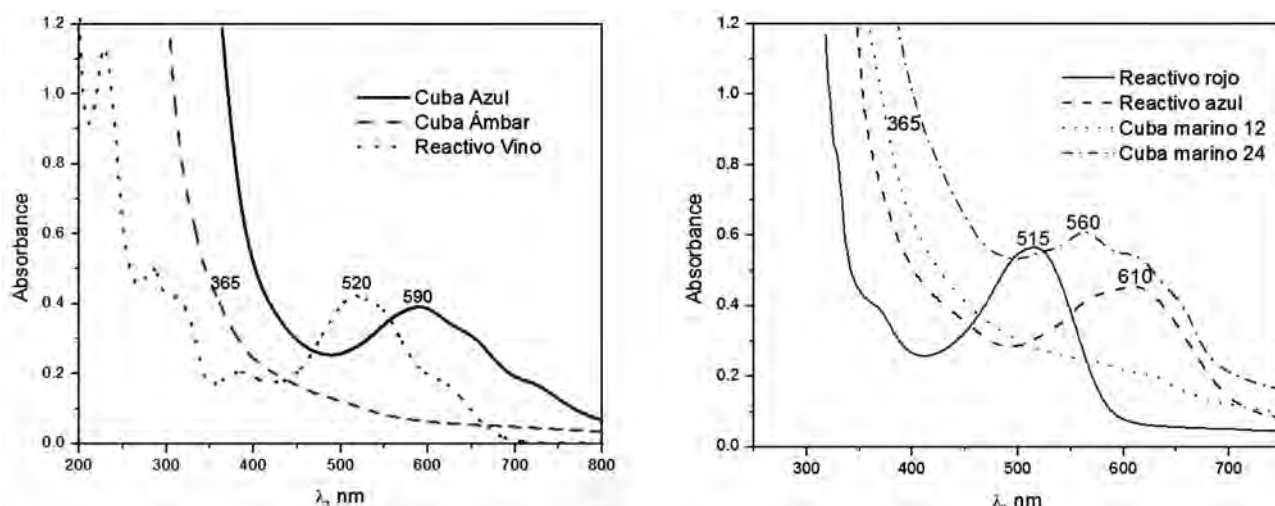


Figura 1. Espectros de absorción de los efluentes textiles tratados. Se indican las longitudes de onda de detección ($\lambda_{\text{máx}}$).

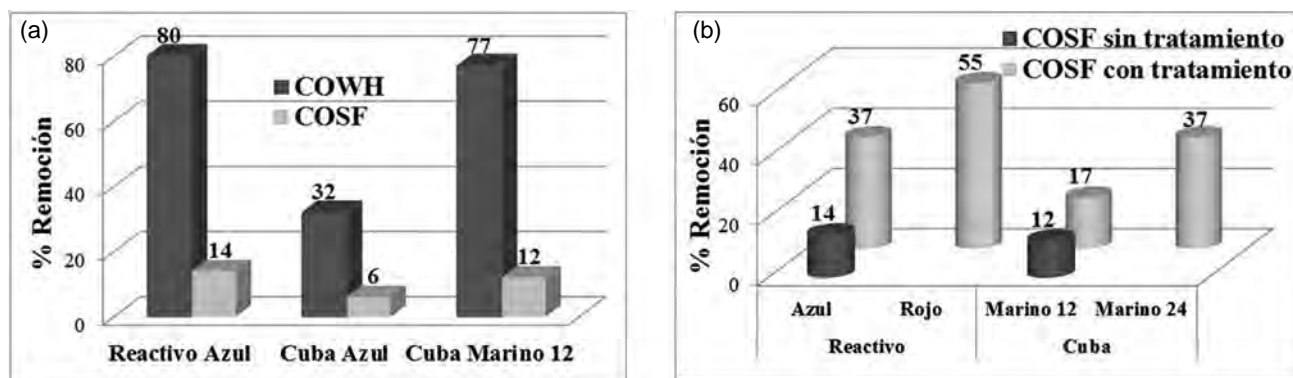


Figura 3. Remoción de color utilizando dos tipos de algodón de desecho, (a) comparación de COWH y COSF y (b) mejoramiento de la capacidad de remoción de COSF después del tratamiento con NaOH para eliminar su hidrofobicidad.

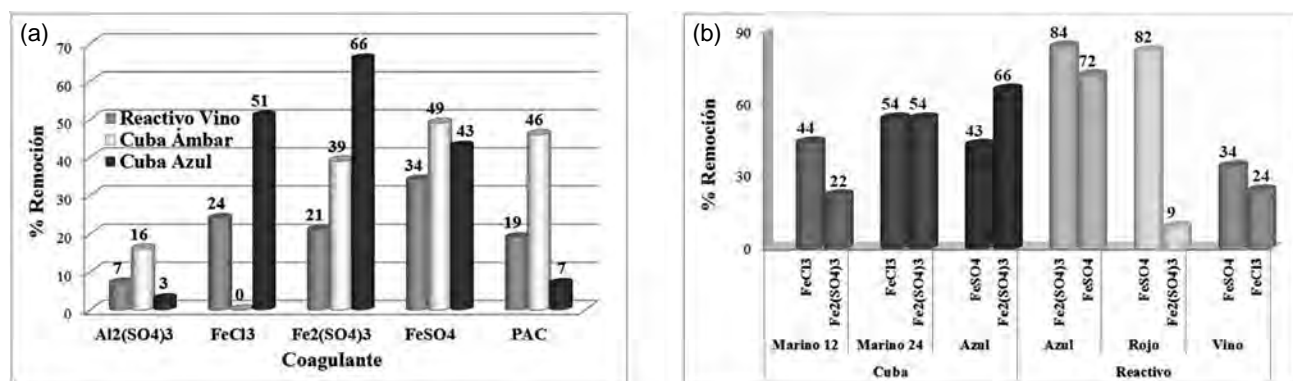


Figura 4. Porcentajes de remoción preliminares (a) obtenidos utilizando los 5 coagulantes estudiados en combinación con la PAA⁻ y la etapa de optimización de las dosis (b) de las sales de hierro.

obteniéndose ahora remociones superiores al 80% en el caso de los efluentes reactivos y al 60% en el caso de los efluentes cuba.

4 CONCLUSIONES

Se encontraron las dosis óptimas de agentes coagulantes y floculante, con las cuales se alcanzaron remociones superiores a 80% y 60% para los efluentes reactivos y cuba tratados.

Se utilizó como adsorbente, el desperdicio de algodón de fibra corta (COSF) generados en el proceso de hilatura, con resultados de remoción de hasta 55%.

Aunque con ninguna de las dos técnicas utilizadas se logró la eliminación total de los colorantes presentes en los efluentes tratados, se propone, un sistema de tratamiento, combinando la coagulación-floculación como primera etapa, seguida de la adsorción, para incrementar los porcentajes de remoción de los colorantes generados en el proceso de teñido y poder reutilizar el agua tratada en la planta del Grupo Carolina.

Como resultado de la colaboración entre el Grupo Carolina y la BUAP, dos alumnos del colegio de Ingeniería Textil trabajaron en su tesis de licenciatura con temas relacionados con esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la VIEP por el financiamiento durante la realización del proyecto PECA-ING11-G.

M.A.T.G. agradece a la VIEP por el otorgamiento de la beca durante la realización del proyecto PECA-ING11-G y al Grupo Carolina por la beca recibida durante su estancia en la planta de Salvatierra, Guanajuato.

REFERENCIAS

- [1] Orange peel as an adsorbent in the removal of Acid violet 17 (acid dye) from aqueous solutions, *Waste Management*, R. Sivaraj, C. Namasivayam, K. Kadirvelu, 21 (2001) 105-110.
- [2] *Química textil* (2002), E. J. Gilabert, Ed. Universidad Politécnica de Valencia.

- [3] Manual de tratamiento de aguas negras (2005), Departamento de sanidad del estado de Nueva York, Ed. Limusa.
- [4] Textile dyes removal from aqueous solution using *Opuntia ficus-indica* fruit waste as adsorbent and its characterization, *J. of Environmental Management*, A.A. Peláez-Cid, I. Velázquez-Ugalde, A.M. Herrera-González, J. García-Serrano, 130 (2013) 90-97.
- [5] Lignocellulosic precursors used in the synthesis of activated carbon-Characterization techniques and applications in the wastewater treatment (2012), Edited by V. Hernández-Montoya & A. Bonilla-Petriciolet, Ed. Intech.
- [6] Utilization of powdered peanut hull as biosorbent for removal of anionic dyes from aqueous solution, *Dyes and Pigments*, R. Gong, D. Yi, L. Mei, Y. Chao, L. Huijun, S. Yingzhi, 64 (2005) 187-192.
- [7] Removal of basic dyes (Rhodamine B and Methylene Blue) from aqueous solution using bagasse fly ash, *Separation Science & Technology*, V.K. Gupta, D. Mohan, S. Sharma, M. Sharma, 35 (2000) 2097-2113.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INGENIERÍA
FACULTAD

Departamento de Vinculación y Educación Continua

Potencializa tus capacidades

DIPLOMADOS

- Gestión Inmobiliaria
- Simulación de Procesos para la Toma de Decisiones
- Manufactura Esbelta
- Herramientas para la Administración de Empresas Constructoras
- Control Industrial
- Socioingeniería
- Diseño Mecánico Industrial
- Desarrollo de Aplicaciones con Excel VBA
- Quality Core Tools
- Diseño Innovador de productos de polímero
- Construcción y rehabilitación de Pavimentos

CURSOS

- Diseño de Elementos de Máquinas
- Elaboración de Concursos de Obra Pública
- Aplicación de Precios Unitarios
- Diseño Topográfico asistido por computadora
- Dibujo en Ingeniería asistido por computadora (Básico y Avanzado)
- De Deudor a Empresario (Finanzas Personales)



Informes
Educación Continua de la Facultad de Ingeniería
Edificio 108-B Posgrado y Educación Continua. Segundo Nivel
(222) 229 55 00 ext. 7626 fi.educont@gmail.com <http://www.econtinua.fi.buap.mx>

PRÓXIMO INICIO

Los programas de posgrado cuentan actualmente con un total de 296 alumnos que están cursando asignaturas, distribuidos de acuerdo a la siguiente tabla.

Maestría	Campus	No. de alumnos
Valuación	Ciudad Universitaria	52
Ingeniería con opción terminal en Construcción	Ciudad Universitaria	49
Ingeniería con opción terminal en Ambiental	Ciudad Universitaria	12
Ingeniería con opción terminal en Estructuras	Ciudad Universitaria	30
Ingeniería con opción terminal en Geotecnia	Ciudad Universitaria	20
Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte	Ciudad Universitaria	25
Ingeniería con opción terminal en Sistemas Eléctricos de Potencia	Ciudad Universitaria	47
Ingeniería con opción terminal en Construcción	Pachuca, Hidalgo	19
Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte	León, Guanajuato	22
Valuación	Mérida, Yucatán	20
Total		296

ACOMPAÑAMIENTO AL ESTUDIANTE

El acompañamiento a los estudiantes de la Facultad empieza desde las primeras semanas a partir de su ingreso, ya que en el mes de septiembre se realizan una serie de eventos dentro del programa de Inducción "BIENVENIDO" para los alumnos de nuevo ingreso. En éste participaron la Dirección, la Secretaría Académica, la Coordinación de Tutores, las Coordinaciones de Colegios, la Coordinación de Tronco Común de Ingeniería y la Dirección General de Bibliotecas. Se presentó a los 725 estudiantes con su Tutor Orientador asignado (cinco tutores para cada uno de los colegios de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y Eléctrica e Ingeniería Industrial, y un tutor por colegio para Ingeniería Topográfica y Geodésica, Ingeniería Textil e Ingeniería Geofísica). A su vez, se les solicitó a los alumnos de la generación 2013 que contestaran los instrumentos del perfil de ingreso que se encuentran en la página electrónica del Sistema Integral de Tutorías Académicas.

TITULACIÓN

Durante el periodo que se informa se realizaron trámites para los diferentes procesos de titulación en cada uno de los programas de la licenciatura, teniendo un total de 681 trámites.

Trámites de Titulación	Total: 681
Colegio	Trámites realizados
Ingeniería Civil	288
Ingeniería Topográfica y Geodésica	47
Ingeniería Mecánica y Eléctrica	114
Ingeniería Industrial	163
Ingeniería Textil	29
Ingeniería Geofísica	40

EGEL

Para impulsar la participación de los estudiantes de los programas que cuentan con esta posibilidad, se aplicaron recursos PIFI que permitieron la participación de estudiantes de los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y Eléctrica e Ingeniería Industrial en los EGEL del CENEVAL, aunque se tiene el número de alumnos apoyados en el momento de la elaboración de este documento no se cuenta aún con los resultados oficiales debido a que el CENEVAL no los ha publicado.

PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS A ESTUDIANTES

Los estudiantes del Colegio de Ingeniería Civil participaron durante el mes de mayo en el Concurso de Conocimientos y Deportivo denominado OLIMPIANEIC, en el cual obtuvieron un total de ocho medallas.

Los alumnos del Colegio de Ingeniería Geofísica participaron en el Concurso de Conocimiento organizado anualmente por la Unión Geofísica Mexicana, llevado a cabo en el mes de Noviembre en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, obteniendo el primer lugar para nuestra Facultad.

Estudiantes de Ingeniería Industrial participaron en el concurso "Move Challenge" organizado por Luk de Puebla, entre febrero y abril, obteniendo el segundo lugar.

Al interior de la Universidad el estudiante del Colegio de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Miguel Ángel García Díaz, obtuvo mención Ad Honorem por el trabajo de tesis titulado "Cálculo del diagrama esfuerzo-deformación de nano-alambres de aluminio impurificados con magnesio", asesorado por el Dr. Alejandro Bautista Hernández (FI-BUAP) y la Dra. Socorro Valdéz Rodríguez (ICF-UNAM).

En cada ceremonia de graduación se otorga un reconocimiento al mejor promedio de la generación por programa educativo.

TUTORÍAS

En el ámbito de tutorías se realizaron dos reuniones con tutores en cada uno de los tres periodos para difundir los calendarios y procedimientos para las tutorías previas a cada reinscripción. Es importante mencionar el aumento de un 15% de asistencia de los tutorados en el proceso de tutorías. Además de la asignación de tutores por generación de nuevo ingreso, se asignaron nuevos tutores a los alumnos que ingresaron en primavera 2013 por revalidación.

Se impartió el curso "Formando una comunidad de tutorías" en dos horarios, durante los días 5, 6 y 7 de agosto, en el cual se capacitó al 50% de los tutores de la Facultad, abordando las áreas de desarrollo humano, herramientas virtuales para la tutoría, canalización profesional del estudiante, trayectorias escolares e instrumentos para evaluar el perfil de ingreso.

Durante el año se capacitaron 18 tutores en los cursos-taller organizados por la Coordinación de Acompañamiento al Estudiante, denominados:

Coaching académico para tutores y mentores.

Comunicación estratégica para coaches y mentores.

Inteligencia emocional y PNL para tutores y mentores.

Adicionalmente y en participación conjunta entre esta misma coordinación y la Facultad se organizó el Curso Taller "Técnicas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería" impartido a 87 alumnos de nuevo ingreso.

Del total de tutores con que cuenta actualmente la Facultad de Ingeniería, su distribución es la siguiente: 89 tutores orientadores, que atienden entre 35 y 50 tutorados, dos tutores que abren espacios de desarrollo y dos tutores asesores.

Inestabilidad de laderas, medidas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo

Oscar Andrés Cuanalo Campos, Edgar Barona Díaz,
Enrique Montiel Piña, Sergio Flores González

RESUMEN

Los fenómenos de inestabilidad de laderas se presentan frecuentemente en zonas de morfología montañosa escarpada, donde los procesos erosivos y la meteorización son intensos, como los existentes en las Sierras Norte, Nororiental y Negra del estado de Puebla, llegando a constituir potenciales riesgos geológicos para las personas y sus bienes económicos. También se pueden presentar deslizamientos en terrenos de tipo lomerío cuando los suelos de cobertura superficial se saturan en época de lluvias y reducen su resistencia, o cuando las laderas sufren fluctuaciones de esfuerzos durante un evento sísmico o una erupción volcánica. En este artículo se presentan los conceptos característicos y estrategias para reducir la vulnerabilidad; para este factor se incluye su clasificación general y los elementos en riesgo ante estos fenómenos de inestabilidad de laderas. Tales estrategias son medidas estructurales, instrumentales y no estructurales.

Palabras clave: Inestabilidad de laderas; amenaza, vulnerabilidad y riesgo; medidas estructurales, instrumentales y no estructurales.

ABSTRACT

Landslides frequently occur in mountainous and steep regions, where erosion and weathering events usually are intense, as it had occurred in the mountain ranges of Puebla named Sierra Norte, Sierra Noreste and Sierra Negra, these sites are considered potential geohazards for people and their economic assets. Also landslides may occur in hilly terrain type soils during the rainy season, when superficial soils get saturated and reduce their resistance, or when the slope materials experience strength fluctuations during seismic event or volcanic eruption. This article presents the characteristic concepts and strategies to reduce vulnerability; for this factor it is included an overall ranking and the elements at risk if any event of slope instability takes place. Recommended strategies comprise structural, instrumental and nonstructural measures.

Keywords: Landslides; hazard, vulnerability and risk; structural, instrumental and non-structural measures.

Recibido 10 de octubre, 2013; aceptado 20 de noviembre, 2013

Dr. Oscar Andrés CUANALO CAMPOS
Correo electrónico: oscarcuanalo@hotmail.com

Dr. Edgar BARONA DÍAZ
Correo electrónico: edgarbarona@puebla.megared.net.mx

Dr. Enrique MONTIEL PIÑA
Correo electrónico: emontiel31@hotmail.com

Dr. Sergio FLORES GONZÁLEZ
Correo electrónico: sfloresgonzalez@hotmail.com

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

1 INTRODUCCIÓN

La inestabilidad de laderas se caracteriza por el movimiento de una masa de suelo o roca a lo largo de una superficie de falla en la cual se ha rebasado la resistencia al esfuerzo cortante del terreno. En las regiones montañosas de Puebla se presentan vuelcos y caídos de grandes masas de roca, flujos de suelos y detritos, corrimientos y movimientos complejos, deslizamientos rotacionales y traslacionales, que han causado desastres y daños en viviendas, cami-

nos, puentes, vías férreas, instalaciones de servicios públicos, afectación en los sectores agrícola, ganadero, forestal, acuícola, etc., como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Inestabilidad de una ladera en la Sierra Norte de Puebla.

En el Estado de Puebla tiene su origen en una serie de estructuras geológicas que aún siguen afectando la geomorfología. Las laderas y las barrancas son expresiones superficiales de estas estructuras, por ello es importante conocer la localización y el comportamiento de estas estructuras a profundidad así como también superficialmente, (Barona E. 2012).

Los deslizamientos de laderas pueden ser desencadenados por lluvias torrenciales, terremotos y/o erupciones volcánicas, entre otros fenómenos naturales, o de origen tecnológico, cuyo efecto se ve magnificado por la influencia de la actividad humana al realizar cortes, excavaciones, sobrecargas, explotación de bancos de materiales, vertido de agua, deforestación, cambio de uso de suelo, colocación de rellenos en estado suelto, etc., (Cuanalo et al., 2011). Estos movimientos del terreno pueden ocurrir lentamente o de manera súbita dependiendo del tipo de material que conforma la ladera, de su ángulo de inclinación y de su grado de saturación, (Cuanalo et al, 2006).

2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

2.1 Amenaza (H)

Se define la amenaza como un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, (Cardona, 1991).

El siniestro de Gramalote es un ejemplo de un suceso lamentable. El campanario de la iglesia de San Rafael es la única construcción que continúa en pie en Gramalote, un pueblo incrustado en las montañas de Norte de Santander que hace casi tres años, el 17 de diciembre del 2010, se desplomó como un castillo de naipes. Una falla geológica azuzada por el invierno se llevó casi todo y tomó por sorpresa a los habitantes. La iglesia de Gramalote, ubicada en el municipio colombiano de Gramalote en el departamento de Norte de Santander, (figura 2,3).

Podemos entonces decir que para que un evento vinculado con un fenómeno natural se considere una amenaza potencial, se precisa que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que exista la probabilidad real de que dicho evento ocurra (0: no ocurre, 1: certeza de que ocurrirá).
- Que el evento sea de cierta magnitud o tamaño.
- Que el evento sea de cierta intensidad o severidad.
- Que el evento ocurra en determinado tiempo (por ejemplo en los próximos 10 años).
- Que ocurra en un área geográfica específica.

En general la Amenaza se evalúa haciendo un análisis probabilístico de la ocurrencia de un evento de cierta intensidad, en un determinado periodo de tiempo y en un lugar específico, a partir de datos e información histórica de eventos relativos al fenómeno de estudio que ha acontecido (Inventario de Deslizamientos), incluyendo los siguientes datos:

- Ubicación geográfica.
- Magnitud e intensidad del evento.
- Grado de afectación y/o daño ocasionado.
- Frecuencia con la que se presenta tal evento.

3 CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se define como la predisposición o susceptibilidad intrínseca de una comunidad o de elementos expuestos (personas y bienes económicos), a



Figura 2. Iglesia de San Rafael, antes y después del deslizamiento, (Pedrosa A., 2012).

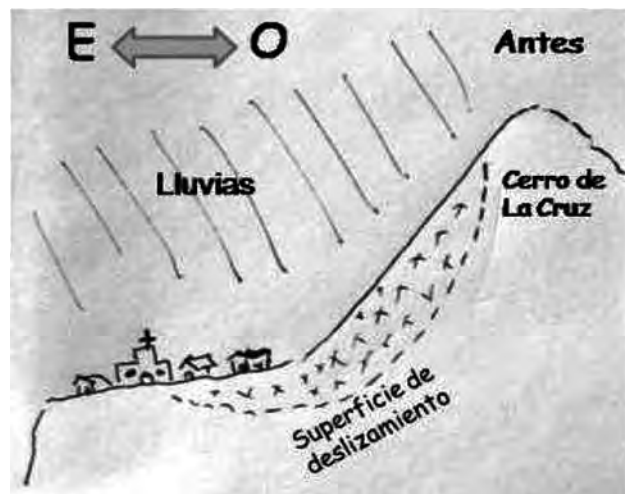


Figura 3. A la izquierda (Antes) se representa al pueblo de Gramalote días antes del siniestro, cuando intensas lluvias que duraron varias semanas saturaron la vecina ladera del Cerro de La Cruz. A la derecha la ladera ha deslizado, proyectando material sobre las viviendas y deformando el terreno sobre el que se levanta el pequeño poblado. La vista es en dirección norte-sur.

sufrir daño o pérdidas debido a la ocurrencia de un fenómeno de cierta intensidad. Diferente vulnerabilidad de los elementos expuestos implica diferente severidad de los efectos del fenómeno sobre los mismos, (Cardona, 1991).

3.1 Vulnerabilidad (V)

Representa el grado de fragilidad o de exposición de una comunidad y/o sus bienes económicos, a sufrir daño o pérdidas ante la ocurrencia de un fenómeno natural catalogado como amenaza potencial. Para que una comunidad se considere vulnerable ante un

evento catalogado como amenaza natural se precisa lo siguiente:

- Que exista la probabilidad real de que el evento cause daño o destrucción (0: sin daño, 1: destrucción total).
- Que existan comunidades o elementos expuestos al evento (personas, bienes económicos, recursos naturales, etc.).
- Que los elementos expuestos sean frágiles o susceptibles a experimentar daño por el evento.

Entonces el riesgo se puede entender como el nivel de daño esperado en una comunidad o elementos expuestos al interactuar la amenaza natural y el grado de fragilidad de la comunidad. Por ejemplo, un porcentaje muy alto de pobladores en el Estado de Puebla viven en zonas montañosas y laderas cuyas construcciones presentan un alto nivel de exposición, es un riesgo permanente sobre todo en las épocas de lluvias (figura 4).



Figura 4. Sierra Nororiental del Estado de Puebla.

3.2 Vulnerabilidad física, funcional y social

Para evaluar adecuadamente la vulnerabilidad de una comunidad ante una Amenaza potencial vinculada con la ocurrencia de un fenómeno natural, se deben tomar en cuenta los diferentes elementos expuestos, estos incluyen a las personas, la infraestructura de la comunidad, el espacio geográfico y los recursos naturales, las actividades para el funcionamiento normal como el transporte, las comunicaciones, los suministros de energía, los servicios públicos, la economía, las finanzas, el comercio, etc., todos ellos pertenecientes a lo que se conoce como la vulnerabilidad física y funcional (Leone F, 2001).

Asimismo es importante tomar en cuenta los aspectos sociales relativos a las diferentes estrategias y medidas de la propia comunidad y sus instituciones para la prevención, reducción, mitigación y atención de desastres, la capacidad de organización y respues-

ta ante una contingencia, etc.; todos estos aspectos relativos a la vulnerabilidad social. En la tabla 1 se listan los elementos bajo riesgo para las diferentes clases de vulnerabilidad y elementos bajo riesgo.

Tabla 1. Clasificación de la vulnerabilidad y elementos bajo riesgo.

Vulnerabilidad	Elementos bajo riesgo
Física	Personas Infraestructura Recursos naturales y medio ambiente
Funcional	Transporte Comunicaciones Suministro de energía Servicios públicos Economía y finanzas Comercio
Social	Estrategias y medidas para la prevención, reducción, mitigación y atención de desastres Organización y respuesta de la comunidad ante una contingencia

4 RIESGO (R)

El Riesgo o nivel de destrucción o también llamado daño esperado, se define como las pérdidas potenciales debidas a un evento ocasionado por una amenaza natural (terremotos, inundaciones, tsunamis, deslizamientos, huracanes, erupciones volcánicas, erosión, avalanchas y lahares, tornados, sequías, etc.), evaluado en términos de vidas humanas, pérdidas económicas directas e indirectas, daños a infraestructura, etc.; matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel o coto de daño (C) con consecuencias económicas y sociales, en un área geográfica específica y en un cierto período de tiempo, (Varnes, 1984; Smith and Petley, 2009; Crozier and Glade, 2010).

El riesgo o nivel de pérdidas esperado resulta de la interacción que existe entre la amenaza natural (H) o probabilidad de que ocurra un evento natural extremo, y la vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos ante el fenómeno natural (ecuación 1), (Cardona et al., 2003).

$$R=H*V*C \quad (1)$$

Donde H = Amenaza, V = Vulnerabilidad y C = Costo de los daños o pérdidas evaluados en términos de vidas o bienes económicos.

Los fenómenos naturales no se pueden evitar ya que son parte de los procesos geodinámicos y/o hidrometeorológicos que actúan en nuestro planeta, por lo tanto la única manera de reducir el riesgo es intervenir directamente en la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En estas condiciones a continuación se presentan los objetivos de las estrategias o acciones para reducir el riesgo.

4.1 *Objetivos de las estrategias o acciones para reducir el riesgo*

Reducir la vulnerabilidad, garantizar la seguridad de las personas y sus bienes económicos ante una amenaza, atender eficientemente una contingencia y mitigar los efectos de un desastre, entre otros. Existen tres tipos de medidas para reducir el riesgo, consistentes en diferentes estrategias o acciones para reducir la vulnerabilidad física, funcional o social de los elementos bajo riesgo; estas medidas se consignan en la tabla 2.

4.2 *Procesos constructivos de estabilización (medidas estructurales)*

Tienen por finalidad reducir la vulnerabilidad física; estos procesos de estabilización se emplean para evitar el movimiento de masas de suelo y rocas en laderas potencialmente inestables o para corregir fallas ocurridas en taludes y/o deslizamientos activos,

siempre y cuando la velocidad del deslizamiento lo permita. En general la selección del método constructivo a emplear en un caso dado depende primero de las características del terreno y de su movimiento, incluyendo para este último el tipo, volumen, velocidad, profundidad de la superficie de falla y geometría de la ladera, y segundo de la disponibilidad de maquinaria, equipo y materiales, y desde luego de la accesibilidad al sitio.

Los procesos y técnicas constructivas de estabilización se pueden clasificar, de forma general, en los grupos presentados en la tabla 3, (Abramson et al, 2002; Juárez E. y Rico A., 2003; González L. et al, 2002; Winterkorn y Fang, 1990; Suárez J., 1998; Rico A. y Del Castillo H., 2009; Cuanalo O., 2004).

4.3 *Instrumentos de monitoreo y control (medidas instrumentales)*

Los instrumentos de monitoreo y control tienen por finalidad establecer un sistema de alerta temprana para reducir la vulnerabilidad física y funcional. Se utilizan para medir los parámetros característicos que son esenciales para interpretar el comportamiento del terreno y predecir la evolución de sus condiciones de estabilidad o de servicio. En caso de detectar algún signo de inestabilidad, ocasionado por actividad sísmica, lluvias torrenciales, vulcanismo, actividad humana, etc., se podrá emitir una alerta temprana

Tabla 2. Medidas, estrategias y objetivos para reducir la vulnerabilidad y el riesgo.

Medidas	Estrategia / objetivos	Características
Estructurales	Construcción de Procesos de estabilización para reducir la vulnerabilidad física.	Rectificación geométrica Elementos de drenaje Elementos estructurales de refuerzo Muros de contención Protección superficial
Instrumentales	Instalación de equipos de instrumentación y monitoreo para establecer un Sistema de Alerta Temprana con la finalidad de reducir la vulnerabilidad física y funcional.	Piezómetros Inclinómetros Pluviómetros Puntos de nivelación topográfica Extensómetros Sismógrafos
No estructurales	Difusión de información, identificación de la amenaza (factores condicionantes y desencadenantes), evaluar la vulnerabilidad (nivel de exposición y grado de fragilidad de la comunidad), integración de los mapas de riesgo, elaboración de reglamentos o códigos de construcción para regular el uso del suelo y el ordenamiento territorial, todos ellos con la finalidad de reducir la vulnerabilidad social.	Fortalecimiento institucional, educación, capacitación y preparación de la comunidad, legislación y planificación para mitigar el impacto de la actividad humana en el medio ambiente, participación comunitaria y gestión de riesgo a nivel local, regional, estatal, nacional o internacional.

Tabla 3. Procesos y técnicas constructivas de estabilización.

Proceso constructivo	Tipo	Objetivos
Rectificación geométrica	Abatimiento del talud Remoción de cresta Conformación de terrazas Contrapeso	Disminuir las fuerzas actuantes sobre la ladera y/o aumentar las fuerzas resistentes que se oponen al deslizamiento
Elementos de drenaje	Zanjas de drenaje Drenes horizontales Pozos de alivio Pantallas drenantes Galerías filtrantes	Captar, conducir y eliminar el agua de escurrimiento superficial y/o disminuir la presión neutral o agua intersticial de los poros que afecta la resistencia de los materiales de la ladera
Elementos estructurales refuerzo	Barrera de pilotes Anclas	Incrementar la resistencia cortante del terreno
Muros de contención	Gravedad Cantiliver Contrafuertes o estribos Tierra armada Cellular Gaviones	Soportar la presión que ejercen las masas de tierra o roca inestables
Protección superficial	Mallas metálicas Concreto lanzado Geosintéticos Vegetación	Evitar el caído de los materiales superficiales, reducir la erosión y meteorización, y minimizar la infiltración de agua de escurrimiento

y tomar las acciones preventivas y correctivas para preservar la integridad de las personas y sus bienes económicos, además de establecer las diferentes estrategias de mitigación correspondientes.

Los objetivos de un programa de monitoreo son los siguientes:

- Caracterizar los parámetros que serán monitoreados y controlados.
- Definir la cantidad y tipos de equipos e instrumentos a utilizar.
- Seleccionar la ubicación de los instrumentos y equipos, especificando las instrucciones para su instalación.
- Definir las lecturas de referencia previas al inicio de las mediciones.
- Especificar los intervalos de lecturas y criterios de alarma o alerta temprana.
- Realizar lecturas y toma de datos.
- Captar, transmitir y procesar los datos de las mediciones.
- Interpretar y modelar los datos del monitoreo.

Los parámetros característicos a medir en los instrumentos de monitoreo se refieren en la tabla 4.

4.4 Medidas no estructurales

Tiene por finalidad reducir la vulnerabilidad social mediante acciones o estrategias encaminadas al fortalecimiento institucional con el objetivo de preparar a la sociedad para afrontar eventos vinculados al fenómeno de inestabilidad de laderas, mediante conferencias, cursos de capacitación, seminarios para la difusión de información, caracterización de los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en el fenómeno, estudios e investigaciones para la evaluación de la vulnerabilidad o nivel de exposición y grado de fragilidad de la comunidad, elaboración de los mapas de riesgo para su incorporación a los Atlas municipales, estatales o regionales, elaboración de reglamentos o códigos de construcción para legislar y regular el uso del suelo y el ordenamiento y planificación territorial; todas estas acciones encaminadas a lograr la participación comunitaria y llevar a cabo una gestión de riesgo integral.

Tabla 4. Instrumentos de monitoreo para establecer un Sistema de Alerta Temprana

Instrumento	Parámetro característico a medir
Piezómetro	Presión de poro al interior del terreno
Inclinómetro	Desplazamiento del terreno inestable en sus tres componentes espaciales a diferentes profundidades, para identificar la superficie de falla potencial a través del cual se puede originar un deslizamiento
Extensómetro	Monitorear de manera continua la apertura o cierre de una grieta en el terreno (magnitud, dirección y velocidad)
Pluviómetro	Determinar la precipitación pluvial para correlacionarla con los desplazamientos del terreno
Puntos de nivelación topográfica	Desplazamiento superficial del terreno y velocidad del movimiento
Sismógrafo	Vibraciones en el terreno

5 RECOMENDACIONES

1. Como resultado de inestabilidad de laderas y medidas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo se han realizado numerosos estudios, efectuados por parte de las instituciones del gobierno y de algunas universidades, quienes de manera conjunta plantean soluciones para enfrentar de la manera más ordenada tales eventos que en ocasiones anteriores se presentan de manera espontánea.
2. A pesar de dichos esfuerzos año con año los problemas relacionados con inundaciones, deslaves e inestabilidad de laderas, las medidas tomadas se han constituido en paliativos que no han resuelto los problemas presentes en los sectores más vulnerables de la población del Estado de Puebla.
3. Por ello el presente estudio, que se propone, forma parte de un proyecto integral de investigación gestado y dirigido por investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y el Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED) quienes ha conformado un equipo inter y multidisciplinario que tiene como objetivo el proponer un solución alternativa al problema que nos ocupa considerando dentro del plan de trabajo estudios geológicos y geofísicos por un grupo de expertos en la materia, lo que sin duda brinda una oportunidad de obtener datos que permitan resolver estas contingencias considerando la disposición de estructuras y formaciones geológicas de manera detallada, y formará parte de otros trabajos realizados

por investigadores en el campo de las geociencias, (Barona E. 2012).

4. Es necesario compilar la gran cantidad de información bibliográfica documental que se ha publicado desde 1999 a 2012, sobre el fenómeno de inestabilidad de laderas en el Estado de Puebla, la cual será organizada para cada una de las regiones a investigar: Sierras Norte, Nororiental y Negra, capturada y procesada en medios compatibles con sistemas de información geográfica para su utilización en la elaboración de los mapas de susceptibilidad.
5. Tomar en cuenta los trabajos existentes sobre el fenómeno en estudio, realizados por diferentes instituciones, dependencias o investigadores por más de una década incluyen: noticias, reportajes, documentales, videos, visitas de inspección técnica, levantamiento de datos en el sitio (técnicos, económicos y sociales), peritajes, dictámenes, planos, análisis y proyectos ingenieriles, ponencias, memorias en extenso, tesis, reportes de servicio social, etc.
6. La información que se obtenga en este proyecto permitirá en una etapa posterior, elaborar los Mapas de Susceptibilidad ante el fenómeno en estudio, los cuales se complementarán con los Factores Condicionantes y Desencadenantes que influyen en el comportamiento del terreno, para la elaboración de los Mapas de Amenaza por Inestabilidad de Laderas en el Estado de Puebla.
7. Una vez que se cuente con los mapas de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo, se podrán integrar los Códigos o Reglamentos de Construcción Municipales o Regionales en sitios afectados por el fenómeno geológico de inestabilidad de laderas, los cuales contarán con elementos técnicos-científicos para regular y autorizar la construcción de obras y establecer las estrategias de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. Además dichos códigos deberán contarán con una metodología para la selección de procesos constructivos para mejorar la estabilidad de laderas, (Cuanalo O., 2004; Cuanalo et al., 2012; Barona E. 2012).

REFERENCIAS

- [1] Abramson L., Lee T., Sharma S. & Boyce G. (2002) "Slope stability and stabilization methods". 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc. USA. 712 p.
- [2] Barona E. Áreas críticas susceptibles de ser estudiadas en el Estado de Puebla. 2011.
- [3] Barona E. Cuerpo Académico 189 BUAP. Inundaciones, deslaves y sismos en la ciudad de Puebla. 2010-2013.

- [4] Bitran D y Reyes C. (2000) "Evaluación del impacto económico de las inundaciones ocurridas en octubre de 1999 en el estado de Puebla", Informe técnico del Sistema Nacional de Protección Civil y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). México. 21 p.
- [5] CNA 2000 "Evaluación de daños por inundaciones", reporte interno Gerencia de la Comisión Nacional del Agua.
- [6] Cardona O. (1991). "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo". Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo. En Internet: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>
- [7] Cardona O., Hurtado J., Duque G., Moreno A., Chardon A., Velázquez S. and Prieto S. (2003) "The Notion of Disaster Risk. Conceptual Framework for Integrated Risk Management". IABD/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management. Universidad Nacional de Colombia.
- [8] Crozier, M. and Glade T. (2010) "Hazard assessment for risk analysis and risk management". Geomorphological hazards and disaster prevention. Cambridge University Press, 221-232.
- [9] Cuanalo O., Quezada P., Aguilar A., Olivan A. y Barona E. (2006) "Sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México". Revista Digital Científica y Tecnológica e-Gnosis [online] Vol.4, Art # 13. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000413.pdf> Universidad de Guadalajara.
- [10] Cuanalo O. (2004) "Metodología para la selección de procesos constructivos empleados en estabilizar deslizamientos de laderas". Tesis doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Construcciones, Departamento de Ingeniería Civil, Cuba.
- [11] Cuanalo O., Oliva A. y Gallardo R. (2011) "Inestabilidad de laderas. Influencia de la actividad humana". Revista Elementos Ciencia y Cultura No. 84 Vol. 18, Universidad Autónoma de Puebla.
- [12] Domínguez L. y Castañeda A. (2013) "Inventario Nacional de Inestabilidad de Laderas".
- [13] Dirección de Investigación, Subdirección de Dinámica de Suelos y Procesos Gravitacionales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2009-2013.
- [14] Formato con Macros para la Captura y Ordenamiento de Información Georreferenciada. 2012.
- [15] González L., Ferrer M., Ortuño L. y Oteo C. (2002) "Ingeniería Geológica". Deslizamientos y otros movimientos del terreno. España. Editorial Prentice Hall. pp 609-655.
- [16] García E., 1986 "Apuntes de climatología", 5ª Edición talleres offset Larios, México DF.
- [17] Hubp L., Vázquez M., Melgarejo G., García F. y Matías G. (2001). Procesos gravitacionales en las montañas de Puebla. Revista Ciencia y Desarrollo No. 157. Vol. XXVII, Art. #2, 24-33.
- [18] Juárez E. y Rico A. (2009) "Mecánica de Suelos". Estabilidad de taludes. 2ª Edición. Limusa Noriega Editores. México. pp 255-296.
- [19] Leone F. (2001) "Vulnerability assessment of elements exposed to mass movements: working toward a better risk perception", Proceedings of III Panamerican Symposium on landslides, vol 1, pp 53-59, Cartagena, Colombia.
- [20] Morales M. 2001 "Resultados de las acciones emprendidas con motivo de las lluvias ocurridas en octubre de 1999", Informe de la Secretaría de Gobernación.
- [21] Pedrosa A. (2012) "Por qué se cayó Gramalote". Seminario de Riesgos y Desastres por fenómenos geológicos. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.
- [22] Rico A. y Del Castillo H. (2009): "La ingeniería de suelos en las vías terrestres". Tomo I. México. Editorial Limusa. pp. 235-274; 277-348; 403-437.
- [23] Rocha E, 2004 "Falla de ladera en la colonia Miguel Hidalgo, originada por el sismo del 15 de junio de 1999". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 77 p.
- [24] Smith k. and Petley D. (2009) "Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster". Routledge, USA. 383 p.
- [25] Suárez J. (1998) "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales". Colombia. Editorial UIS. 548 p.
- [26] Varnes D. (1984). "Landslide Hazard Zonation: a review of principles and practice". Commission on landslides of the IAEG, UNESCO. Natural Hazards No. 3, 61 pp.
- [27] Winterkorn H. y Fang H.(1990) "Foundation engineering handbook". Landslides. 2nd Edition. USA. Editorial Van Nostrand Reinhold. pp 410-435.

Modelo en Mathcad 14 para la determinación de la ordenada espectral de acuerdo al Manual de diseño por sismo de la CFE 2008

Eduardo López Sánchez, Rodolfo C. Medrano Castillo

RESUMEN

El diseño sísmico de estructuras requiere de alternativas innovadoras e inmediatas, que permitan recabar información y dar tratamiento a los datos proporcionados por los acelerogramas de los sismos ocurridos, para su mejor interpretación y toma de decisiones. Desarrollar software propio permite realizar con mayor detalle el análisis de los acelerogramas para sismos registrados en un lugar determinado. Asimismo permite proponer espectros de respuesta específicos para el lugar y contar con otro escenario que permite mejoras en el diseño de las estructuras. En este trabajo se muestra un modelo de tratamiento de datos en Mathcad que obtiene la ordena espectral por el método de CFE 2008, utilizando una hoja electrónica con la programación en pseudocódigo Mathcad y siguiendo las recomendaciones proporcionadas por el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo (CFE, 2008).

Palabras clave: Coeficiente sísmico, Ordenada espectral, Espectro de respuesta.

ABSTRACT

The seismic design of structures requires innovative and immediate alternatives for collecting data and treat the data provided by the accelerograms of the earthquakes occurred, for better interpretation and decision making. Develop own software allows more detail analysis of recorded accelerograms for earthquakes in a given location. It also allows to propose specific response spectra for the site and have another scenario that allows improvements in the design of structures. In this paper a model of data processing in Mathcad that the spectral orders obtained by the method of CFE 2008 using a spreadsheet with programming in Mathcad pseudocode and following the recommendations provided by the Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo (CFE, 2008).

Keywords: Seismic coefficient, Spectral ordinate, response spectrum.

1 INTRODUCCIÓN

La determinación del coeficiente sísmico para el diseño de una edificación es de importancia capital para lograr una selección adecuada de los materiales y refuerzos que resistan correctamente la acción de un sismo, y en muchos casos, se obtiene de modelos generales basados en espectros de respuesta que

arrojan parámetros por encima de los que realmente pueden presentarse en el sitio, dadas las características del subsuelo.

En el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo de la CFE se presenta una metodología para determinar la ordenada espectral en base a los parámetros de entrada como la aceleración máxima en roca en el sitio, el período dominante del terreno y la velocidad de propagación de ondas de corte, para ir obteniendo los parámetros de cálculo como los factores de sitio de comportamiento lineal, de comportamiento no lineal, la aceleración máxima del suelo, el factor de amortiguamiento, para así, obtener el coeficiente sísmico y construir el espectro de diseño.

Recibido 23 de diciembre, 2013; aceptado 21 de febrero, 2014

Eduardo LÓPEZ SÁNCHEZ

Rodolfo C. MEDRANO CASTILLO
Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto Tecnológico de Tehuacán

El modelo desarrollado en Mathcad se presenta como una hoja de cálculo electrónica controlada mediante variables de entrada, objetos para seleccionar parámetros previos, codificación de programas en pseudocódigo que permiten el cálculo de ciertos procedimientos, la definición de matrices para las tablas que se usan para el cálculo de los factores y el gráfico del espectro de respuesta del sitio. El modelo se desarrolló sólo para estructuras del tipo B sin considerar el espectro de diseño por daño.

1.1 Metodología de CFE

En el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) 2008, sección 3.1 Espectros de diseño sismo para el territorio mexicano [1], se presenta una secuencia para la construcción del espectro de diseño sísmico, que considera los siguientes aspectos:

1. Se determinará la aceleración máxima en roca localizando el sitio en el programa de cómputo PRODISIS e indicando el tipo de estructura (B, A ó A+).
2. Se obtendrá el factor de distancia relativa a las fuentes sísmicas.
3. Se caracterizará el terreno de cimentación mediante el período dominante del terreno y la velocidad de propagación de ondas de corte.
4. Se obtendrán los factores de sitio de comportamiento lineal, llamados factor de sitio y factor de respuesta.
5. Se obtendrán los factores de sitio de comportamiento no lineal, llamados factor no lineal y factor de velocidad.
6. Se calculará la aceleración máxima en el suelo con la aceleración en roca, el factor de sitio y el factor no lineal.
7. Se calculará el coeficiente sísmico con la aceleración máxima del suelo y el factor de respuesta.
8. Se determinarán los límites de la meseta espectral con el período dominante del terreno y el factor de velocidad.
9. Se calculará el factor de amortiguamiento para valores diferentes de 5%.
10. Se procederá con la construcción del espectro, que puede resultar de tres o cuatro ramas dependiente del período dominante del terreno.

2 DESARROLLO DEL MODELO

El modelo fue desarrollado en una hoja electrónica a ejecutarse dentro del software Mathcad, requiriendo de algunos datos de entrada previos que se ob-

tienen del programa PRODISIS y de otros modelos también desarrollados en Mathcad, como son: la aceleración máxima en roca del sitio, el período dominante del terreno y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Estos dos últimos parámetros deben obtenerse a partir de un ensaye de penetración estándar (SPT) en el sitio a una profundidad de 10 m si se encuentra un estrato firme que presenta una velocidad efectiva mayor a 180 m/s, o hasta un estrato de roca con velocidad mayor o igual a 720 m/s o hasta 45 m.

Todas las variables de entrada que requerían unidades fueron asignadas con sus valores y las unidades correspondientes en el sistema métrico decimal usual.

Las tablas que se indican en el Manual para determinar los factores de sitio, F_s , y de respuesta, F_r , tablas 1.2 y 1.3, se representan en el modelo como matrices, considerando que las columnas y filas se asocian a un vector columna y vector fila para P_s , F_{SD} y T_s :

$$F_{SD} = (0.00 \ 0.05 \ 0.10 \ 0.20 \ 0.50 \ 1.00 \ 2.00 \ 3.00) \text{ s}$$

$$P_s = \begin{pmatrix} 0.000 \\ 0.125 \\ 0.250 \\ 0.625 \\ 1.000 \end{pmatrix}$$

$$\text{Tabla}_{12} = \begin{pmatrix} 1.00 & 1.22 & 4.51 & 3.17 & 2.38 & 1.75 & 1.19 & 1.00 \\ 1.00 & 1.20 & 2.64 & 2.01 & 1.69 & 1.32 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 1.18 & 1.98 & 1.60 & 1.40 & 1.12 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 1.08 & 1.23 & 1.12 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{pmatrix}$$

$$T_s = (0.00 \ 0.05 \ 0.10 \ 0.20 \ 0.50 \ 1.00 \ 2.00 \ 3.00) \text{ s}$$

$$\text{Tabla}_{13} = \begin{pmatrix} 2.50 & 5.27 & 5.66 & 6.02 & 4.81 & 4.05 & 3.58 & 3.40 \\ 2.50 & 4.74 & 4.91 & 4.90 & 3.70 & 3.06 & 2.75 & 2.65 \\ 2.50 & 4.36 & 4.41 & 4.27 & 3.45 & 2.85 & 2.59 & 2.53 \\ 2.50 & 3.80 & 3.74 & 3.57 & 3.26 & 2.81 & 2.56 & 2.51 \\ 2.50 & 2.50 & 2.50 & 2.50 & 2.50 & 2.50 & 2.50 & 2.50 \end{pmatrix}$$

El factor de comportamiento no lineal del suelo, llamado factor de no linealidad, F_{nl} , depende del tipo de suelo: grava, arcilla o roca. En el modelo de Mathcad se implementa un objeto de control para seleccionar el tipo de suelo, y a partir de dicha selección, escoger la tabla correcta (para grava o para arcilla) y, por la interpolación lineal sugerida en el mismo manual, obtener dichos factores. Las tablas 1.4 y 1.5 también se implementan en matrices.

El pseudocódigo para la interpolación lineal, sugerido por el manual en el capítulo 3.3, se muestra en la figura 1. El factor de no linealidad está en función del período dominante del sitio y el período de referencia, mediante una ecuación ramificada implementada en Mathcad como:

$$F_{nl} = \text{if} \left[T_s \leq T_{ref}, 1 - (1 - F_{pnl}) \cdot \frac{T_s}{T_{ref}}, F_{pnl} \right]$$

TIPO = Grava
Arcilla
Roca

$$F_D = (0.00 \ 0.10 \ 0.20 \ 0.30 \ 0.40 \ 0.50 \ 0.75 \ 1.00)$$

$$\text{Tabla}_{14} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.90 & 0.78 & 0.66 & 0.58 & 0.54 & 0.53 & 0.50 \\ 1.00 & 0.92 & 0.84 & 0.75 & 0.67 & 0.64 & 0.58 & 0.53 \\ 1.00 & 0.93 & 0.87 & 0.82 & 0.77 & 0.73 & 0.63 & 0.56 \\ 1.00 & 0.95 & 0.91 & 0.89 & 0.85 & 0.82 & 0.71 & 0.68 \\ 1.00 & 0.97 & 0.93 & 0.90 & 0.86 & 0.83 & 0.75 & 0.71 \end{pmatrix}$$

$$\text{Tabla}_{15} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.82 & 0.63 & 0.46 & 0.36 & 0.32 & 0.31 & 0.28 \\ 1.00 & 0.93 & 0.85 & 0.76 & 0.70 & 0.67 & 0.61 & 0.56 \\ 1.00 & 0.96 & 0.93 & 0.91 & 0.87 & 0.85 & 0.77 & 0.74 \\ 1.00 & 0.97 & 0.94 & 0.93 & 0.90 & 0.88 & 0.81 & 0.79 \\ 1.00 & 0.98 & 0.95 & 0.91 & 0.87 & 0.85 & 0.79 & 0.75 \end{pmatrix}$$

Las tablas 1.6 y 1.7 permiten determinar los factores de velocidad (Fv) para suelos granulares y suelos arcillosos, obtenidos mediante interpolación a partir de los valores del factor de distancia y del contraste de impedancias. Este factor está en función del período dominante del sitio, Ts mediante la siguiente ecuación, implementada en Mathcad:

$$F_v = \text{if} \left[T_s \leq T_{ref}, 1 - \left(1 - F_{pv} \right) \frac{T_s}{T_{ref}}, F_{pv} \right]$$

$$\text{Tabla}_{16} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.97 & 0.92 & 0.85 & 0.80 & 0.78 & 0.78 & 0.78 \\ 1.00 & 0.97 & 0.92 & 0.85 & 0.80 & 0.78 & 0.78 & 0.78 \\ 1.00 & 0.97 & 0.93 & 0.86 & 0.81 & 0.79 & 0.79 & 0.79 \\ 1.00 & 0.98 & 0.97 & 0.93 & 0.90 & 0.89 & 0.89 & 0.89 \\ 1.00 & 0.99 & 0.98 & 0.97 & 0.96 & 0.95 & 0.95 & 0.95 \end{pmatrix}$$

$$\text{Tabla}_{17} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.95 & 0.88 & 0.77 & 0.69 & 0.67 & 0.66 & 0.66 \\ 1.00 & 0.98 & 0.95 & 0.90 & 0.86 & 0.84 & 0.84 & 0.84 \\ 1.00 & 0.99 & 0.98 & 0.96 & 0.94 & 0.93 & 0.93 & 0.93 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.99 & 0.99 & 0.99 & 0.99 & 0.99 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{pmatrix}$$

$$I(x_1, y_1, x_2, y_2, x_{int}, y_{int}, f_{ij}, f_{i1j1}, f_{i1j}, f_{ij1}) = \begin{cases} d_x \leftarrow \frac{x_{int} - x_1}{x_2 - x_1} \\ d_y \leftarrow \frac{y_{int} - y_1}{y_2 - y_1} \\ f_{xy} \leftarrow f_{ij} \cdot (1 - d_x) \cdot (1 - d_y) + f_{i1j1} \cdot d_x \cdot d_y + \\ \quad + [f_{ij1} \cdot d_x \cdot (1 - d_y) + f_{i1j} \cdot (1 - d_x) \cdot d_y] \\ f_{xy} \end{cases}$$

Para determinar el factor correspondiente haciendo uso de las tablas adecuadas, se requiere buscar en la matriz columna, matriz fila y matriz rectangular los datos para aplicar la interpolación. Esto se implementó con un pequeño pseudocódigo para efectuar la búsqueda y ubicación del dato de referencia dentro de las tablas:

```
ubica(k, V) :=
| n ← length(V)
| for i ∈ 0..n
|   if k < Vi
|     | i - 1
|     | break
| i if k = Vi
```

Una vez recuperado su posición (fila), se aplica la interpolación pasando los datos como parámetros para el pseudocódigo de interpolación lineal (IL), como se muestra en la figura 2.

2.1 Coeficiente sísmico y ordenada espectral

Una vez calculados todos los factores de referencia, es posible determinar la ordenada y el espectro de respuesta mediante la función de aceleración dependiente de los períodos.

Al final se reportarán todos los parámetros obtenidos con el modelo y se obtendrá el espectro de respuesta del sitio.

También se requieren algunos datos iniciales procesados a partir de las recomendaciones 1 y 3 indicadas líneas arriba. La figura 3 muestra el pseudocódigo implementado y la gráfica del espectro de respuesta. La figura 4 muestra el modelo precedente para obtener los datos del período de la estructura y la velocidad de ondas de corte obtenidas mediante el ensayo SPT. La figura 5 muestra la página principal del modelo para iniciar los valores. La figura 6 muestra los resultados de los factores y el coeficiente sísmico determinado.

Figura 1. Pseudocódigo para interpolación lineal.

$$\begin{aligned}
 & \text{col} := \text{ubica}(f_{sd}, F_{SD}^T) \\
 & F_s := \text{II} \left[\left(F_{SD}^T \right)_{\text{col}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_{SD}^T \right)_{\text{col}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, f_{sd}, P_s, \text{Tabla}_{12_{\text{fila, col}}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila}+1, \text{col}+1}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila}+1, \text{col}}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila, col}+1}} \right] \\
 & \text{colt} := \text{ubica}(T_s, T_S^T) \\
 & F_R := \text{II} \left[\left(T_S^T \right)_{\text{colt}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(T_S^T \right)_{\text{colt}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, T_s, P_s, \text{Tabla}_{13_{\text{fila, colt}}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila}+1, \text{colt}+1}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila}+1, \text{colt}}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila, colt}+1}} \right] \\
 & \text{cold} := \text{ubica}(F_d, F_D^T) \\
 & F_{pnlg} := \text{II} \left[\left(F_D^T \right)_{\text{cold}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_D^T \right)_{\text{cold}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, F_d, P_s, \text{Tabla}_{14_{\text{fila, cold}}}, \text{Tabla}_{14_{\text{fila}+1, \text{cold}+1}}, \text{Tabla}_{14_{\text{fila}+1, \text{cold}}}, \text{Tabla}_{14_{\text{fila, cold}+1}} \right] \\
 & F_{pnla} := \text{II} \left[\left(F_D^T \right)_{\text{cold}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_D^T \right)_{\text{cold}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, F_d, P_s, \text{Tabla}_{15_{\text{fila, cold}}}, \text{Tabla}_{15_{\text{fila}+1, \text{cold}+1}}, \text{Tabla}_{15_{\text{fila}+1, \text{cold}}}, \text{Tabla}_{15_{\text{fila, cold}+1}} \right] \\
 & F_{PNL}(\text{Tipo}) := \begin{cases} F_{pnlg} & \text{if Tipo} = 1 \\ F_{pnla} & \text{if Tipo} = 2 \\ 1.00 & \text{if Tipo} = 3 \end{cases} \\
 & F_{pnl} := F_{PNL}(\text{TIPO}) \quad F_{nl} := \text{if} \left[T_s \leq T_{ref}, 1 - (1 - F_{pnl}) \cdot \frac{T_s}{T_{ref}}, F_{pnl} \right] \\
 & \text{colx} := \text{ubica}(F_d, F_D^T) \\
 & F_{pvg} := \text{II} \left[\left(F_D^T \right)_{\text{colx}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_D^T \right)_{\text{colx}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, F_d, P_s, \text{Tabla}_{16_{\text{fila, colx}}}, \text{Tabla}_{16_{\text{fila}+1, \text{colx}+1}}, \text{Tabla}_{16_{\text{fila}+1, \text{colx}}}, \text{Tabla}_{16_{\text{fila, colx}+1}} \right] \\
 & F_{pvg} = 0.973 \\
 & F_{pva} := \text{II} \left[\left(F_D^T \right)_{\text{colx}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_D^T \right)_{\text{colx}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, F_d, P_s, \text{Tabla}_{17_{\text{fila, colx}}}, \text{Tabla}_{17_{\text{fila}+1, \text{colx}+1}}, \text{Tabla}_{17_{\text{fila}+1, \text{colx}}}, \text{Tabla}_{17_{\text{fila, colx}+1}} \right] \\
 & F_{pv}(\text{Tipo}) := \begin{cases} F_{pvg} & \text{if Tipo} = 1 \\ F_{pva} & \text{if Tipo} = 2 \\ 1.00 & \text{if Tipo} = 3 \end{cases} \\
 & F_{pv} := F_{pv}(\text{TIPO}) \quad F_v := \text{if} \left[T_s \leq T_{ref}, 1 - (1 - F_{pv}) \cdot \frac{T_s}{T_{ref}}, F_{pv} \right] \\
 & \text{col} := \text{ubica}(f_{sd}, F_{SD}^T) \\
 & F_s := \text{II} \left[\left(F_{SD}^T \right)_{\text{col}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(F_{SD}^T \right)_{\text{col}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, f_{sd}, P_s, \text{Tabla}_{12_{\text{fila, col}}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila}+1, \text{col}+1}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila}+1, \text{col}}}, \text{Tabla}_{12_{\text{fila, col}+1}} \right] \\
 & \text{colt} := \text{ubica}(T_s, T_S^T) \\
 & F_R := \text{II} \left[\left(T_S^T \right)_{\text{colt}}, P_{S_{\text{fila}}}, \left(T_S^T \right)_{\text{colt}+1}, P_{S_{\text{fila}+1}}, T_s, P_s, \text{Tabla}_{13_{\text{fila, colt}}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila}+1, \text{colt}+1}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila}+1, \text{colt}}}, \text{Tabla}_{13_{\text{fila, colt}+1}} \right] \\
 & F_r(\text{Tipo}) := \begin{cases} 2.5 & \text{if Tipo} = 3 \\ F_R & \text{otherwise} \end{cases} \\
 & F_{sd} := F_r(\text{TIPO})
 \end{aligned}$$

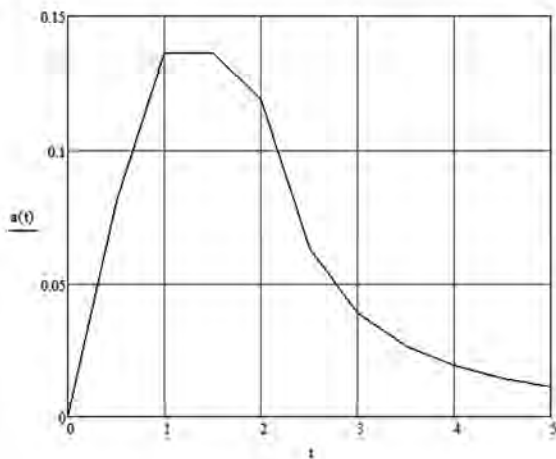
Figura 2. Implementación del código para búsqueda e interpolación lineal.

$$A_s(T_E, T_A, T_B, T_S) := \left\{ \begin{array}{l} T_C \leftarrow 2 \cdot s \text{ if } T_B < 2 \cdot s \\ T_C \leftarrow T_B \text{ otherwise} \\ \lambda \leftarrow 0.45 \text{ if } T_E < T_C \\ \lambda \leftarrow 0.45 \cdot \frac{T_C}{T_E} \text{ otherwise} \\ \xi_E \leftarrow 5\% \\ \beta \leftarrow \left(\frac{0.05}{\xi_E} \right)^\lambda \\ r \leftarrow \frac{T_S}{s} \\ k \leftarrow \frac{\min(1.5 \cdot s, 2 \cdot s - T_S)}{s} \text{ if } T_S \leq 1.65 \cdot s \\ k \leftarrow \max\left(0.35, \frac{\beta}{F_r}\right) \text{ otherwise} \\ a \leftarrow \left[a_0 + (\beta \cdot c_s \cdot m - a_{c0} \cdot m) \cdot \frac{T_E}{T_A} \right] \cdot \frac{1}{m} \text{ if } T_E < T_A \\ a \leftarrow \beta \cdot c_s \text{ if } T_E \geq T_A \wedge T_E < T_B \\ a \leftarrow \beta \cdot c_s \cdot \left(\frac{T_B}{T_E} \right)^r \text{ if } T_E \geq T_B \wedge T_E < T_C \\ a \leftarrow \beta \cdot c_s \cdot \left(\frac{T_B}{T_C} \right)^r \cdot \left[k + (1 - k) \cdot \left(\frac{T_C}{T_E} \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{T_C}{T_E} \right)^2 \text{ if } T_E \geq T_C \end{array} \right.$$

$$T_{ps} := \frac{T_S}{F_v}$$

$$T_a := 0.35 \cdot T_{ps}$$

$$T_b := 1.20 \cdot T_{ps}$$



Período estructural: $T_e = 0.5 \cdot s$
 Aceleración espectral normalizada: $a_s = 0.081$
 Factor de amortiguamiento: $\beta = 1$

Figura 3. Pseudocódigo para ordenada espectral.

DETERMINACIÓN DEL PERIODO DOMINANTE Y VELOCIDAD DE UN TERRENO ESTRATIFICADO

DATOS:

Número de estratos: $N_{\text{estr}} := 5$ $k := 0..N_{\text{estr}}$

Espesor de estrato	Tipo de suelo	Golpes	Pesos volumétricos	Velocidad
$hs_k :=$	Suelo _k :=	$NG_k :=$	$\gamma s_k :=$	$vs_k :=$
0.00-m	"Superficie"	0	0-kgm ³	0-mxs
3.55-m	"Arcillas limosas"	12	1535-kgm ³	90-mxs
2.40-m	"Arena arcillosa"	28	1639-kgm ³	180-mxs
5.50-m	"Arena limosa"	53	1710-kgm ³	360-mxs
0.01-m	"Roca"	70	2040-kgm ³	720-mxs

$$Gs_k := \frac{\gamma s_k \cdot (vs_k)^2}{g}$$

$$H_s := \sum_k hs_k \quad H_s = 11.46 \text{ m}$$

$$\omega := w(hs, \gamma s, vs)$$

$$T_s = \frac{4}{\sqrt{g}} \sqrt{\sum_{k=1}^{N_{\text{estr}}} \frac{hs_k}{Gs_k} \sum_{k=1}^{N_{\text{estr}}} \left[\gamma s_k \cdot hs_k \left[(\omega_k)^2 + \omega_k \cdot \omega_{k-1} + (\omega_{k-1})^2 \right] \right]}$$

$$T_s = 1.478 \text{ s} \quad H_s = 11.46 \text{ m}$$

$$v_s = \frac{4 \cdot H_s}{T_s} \quad v_s = 31.023 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$w(h, \gamma, v) := \begin{cases} n \leftarrow \text{length}(h) - 1 \\ s_1 \leftarrow 0 \\ s_2 \leftarrow 0 \\ \text{for } k \in 0..n \\ \quad \text{for } i \in 1..k \\ \quad \quad s_2 \leftarrow s_2 + \frac{h_i}{\gamma_i \cdot (v_i)^2} \\ \quad \quad s_1 \leftarrow s_1 + \frac{h_i}{\gamma_i \cdot (v_i)^2} \\ \quad \quad w_k \leftarrow 1 \text{ if } k = 0 \\ \quad \text{otherwise} \\ \quad \quad w_k \leftarrow 0 \text{ if } k = n \\ \quad \quad w_k \leftarrow \frac{s_2}{s_1} \text{ if } k \neq n \wedge k \neq 0 \end{cases}$$

0	kg
1.268·10 ⁶	m ²
5.415·10 ⁶	
2.26·10 ⁷	
1.078·10 ⁸	
0	

 $\omega = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 2.727 \\ 3.536 \\ 4.536 \\ 0 \end{pmatrix}$

Figura 4. Pseudocódigo para período dominante del sitio.

DETERMINACIÓN DE LA ORDENADA ESPECTRAL POR EL MÉTODO DE LA C.F.E. 2008

Tipo del suelo de desplante de la cimentación:	TIPO := Grava Arcilla Roca
Espectro de diseño:	
Aceleración máxima en terreno rocoso:	$a_{r0} := 42 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$
Aceleración de referencia:	$a_{\text{ref}} := 400 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$
Período dominante del sitio:	$T_s := 1.478 \cdot \text{s}$ Ver modelo Mathcad 14
Período de referencia:	$T_{\text{ref}} := 1.50 \cdot \text{s}$
Contraste de impedancias entre suelo y roca:	$p_s := 0.40$

Figura 5. Datos de entrada del modelo.

Factores de corrección del espectro:	
Factor de distancia:	$F_d = 0.105$
	$f_{sd} = 0.479 \text{ s}$
Factor de sitio:	$F_s = 1.2518$
Factor de respuesta:	$F_r = 2.71163$
Factor de no linealidad:	$F_{nl} = 0.963$
Factor de velocidad:	$F_v = 0.99379$
Parámetros del espectro de diseño:	
Aceleración máxima del terreno:	$a_{c0} = 0.05161$
Coefficiente sísmico de diseño:	$c_s = 0.13996$
Período equivalente:	$T_{ps} = 1.48723 \text{ s}$
Período característico a:	$T_a = 0.52053 \text{ s}$
Período característico b:	$T_b = 1.78468 \text{ s}$

Figura 6. Resultados del modelo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Federal de Electricidad, Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo, México 2008
- [2] PTC, User's Manual Mathcad 14, 2007

APÉNDICE

Mathcad es un software comercial registrado, producido y comercializado por Parametric Technology Corporation (PTC), que opera mediante una hoja electrónica de cálculo que permite la elaboración de documentos técnicos mediante la incorporación de objetos en la región de trabajo, presentación de expresiones matemáticas con formato matemático convencional, evaluación de expresiones con salida de resultados acorde a las unidades de medición definidas y sus conversiones consistentes, graficación inmediata de variables y funciones matemáticas en distintos tipos de gráficos, procesamiento simbólico de expresiones matemáticas acordes a las reglas universales matemáticas ejecutadas a través del kernel MuPad, manejo de programación de estructuras elementales mediante pseudocódigo en formato vertical e indentación para la definición de estructuras del tipo If-Then-Otherwise, For-Next, While-Wend y captura de errores de ejecución mediante OnError.

PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Como una forma de entrenamiento para la presentación de los exámenes estandarizados, desde hace varios años se han venido aplicando los exámenes departamentales en todas las asignaturas del Tronco Común de Ingeniería, durante los periodos de Primavera y Otoño, para que sea posible verificar el avance de los estudiantes que cursan estas materias en periodos regulares. Se aplican aproximadamente 2600 exámenes por periodo.

Durante el periodo de Otoño 2013, por primera vez se aplicó la Evaluación Colegiada del Aprendizaje por Asignatura en tres asignaturas que son cursadas en todos los programas de licenciatura de la Facultad.

Como una forma de apoyo a los estudiantes del programa de Ingeniería Civil que presentan dificultades con las asignaturas de Ciencias Básicas o las primeras formativas, el estudiante Guillermo Jiménez Varela ha impartido asesorías académicas a más de cien estudiantes.

Para lograr los buenos resultados que se obtuvieron en la XXIX OlimpiANEIC, se contó con el apoyo de docentes y administrativos, tanto para los concursos de conocimiento como para los deportivos.

GRUPOS ESTUDIANTILES

Se confirmó la célula estudiantil APICS (Advancing Productivity, Innovation and Competitive Success) con la participación de 27 alumnos del colegio de Ingeniería Industrial y tres profesores.

Los estudiantes de la Delegación BUAP ANEIC han intensificado su participación en los eventos, al grado tal que consiguieron la sede para la organización de la XXX OLIMPIANEIC, la cual se llevará a cabo en el mes de mayo de 2014 en las instalaciones de nuestra institución.

El grupo de estudiantes del Capítulo ASME-BUAP inició sus actividades y organizó diversos eventos. Destacan el concurso de catapultas, realizado el 25 de abril, contando con la participación de 29 equipos y aproximadamente 70 alumnos de diferentes universidades: BUAP, ITP Y UAT. Se participó en el Concurso HPVC en la Ciudad de México. Se organizó el concurso "ASME la lata", realizado en red con participación de estudiantes de toda la República, en el cual se obtuvo el segundo lugar.

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica ha invitado a nuestros estudiantes de licenciatura y posgrado para que participen como capítulo estudiantil. Como resultado de este enlace se ha contado con becas para la asistencia a dos simposios en la Ciudad de México. Para contar con este beneficio los estudiantes han realizado el trámite de credencialización.

Se renovó el capítulo estudiantil del CICEPAC, lo que permite a los estudiantes participar en cursos y conferencias impartidos por esta asociación.

PLANTA ACADÉMICA

COMPETITIVIDAD ACADÉMICA

La Facultad de Ingeniería cuenta con un total de 181 docentes que corresponden a un total de 233 contratos. En esta planta docente se cuenta con 29 profesores con grado de doctor, 76 profesores con grado de maestría, 76 profesores con grado de licenciatura y un profesor con grado de técnico superior. Lo anterior refleja que 55% de nuestros docentes cuenta con grado superior al de licenciatura.

Se cuenta con el apoyo de 10 técnicos académicos, tres de los cuales son de tiempo completo y el resto de medio tiempo. Esta planta académica se distribuye de acuerdo a las siguientes tablas.

Categoría	Cantidad
PI TC	62
PI MT	28
PR Asignatura	143
TA TC	3
TA MT	7
Total de contratos	243

EVALUACIÓN DOCENTE

La Facultad de Ingeniería cuenta con su representación en el Grupo de Trabajo Académico del Programa Institucional de Evaluación Académica (PIEVA) y dentro de los resultados obtenidos por esta gestión se encuentran los siguientes:

Incremento de 1.24% en el promedio del Índice de Satisfacción Ponderado (ISP) Didáctico calculado a partir de los datos de las evaluaciones de 2012 en comparación con las del 2011.

Incremento del 0.79% en el promedio del ISP del Cumplimiento calculado para el mismo periodo.

Incremento del 1.57% en el Logro de Objetivos que se evalúa en el mismo instrumento para el mismo periodo.

Se entregaron los resultados de los 167 docentes que participaron en el estudio de Clima Organizacional y Factores estresores, aplicado por el personal de la Vicerrectoría de Docencia que coordina este mismo programa.

INVESTIGACIÓN

PRODUCTIVIDAD

La Facultad de Ingeniería cuenta con cuatro Cuerpos Académicos reconocidos por PROMEP, de los cuales dos han logrado el nivel de Consolidados (BUAP-CA-189 y BUAP-CA-236) y dos se encuentran en consolidación (BUAP-CA-222 y BUAP-CA-237).

La Facultad de Ingeniería cuenta con 7 profesores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores, 19 docentes con perfil PROMEP vigente y 10 investigadores en el Padrón Institucional de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado.

PROYECTOS DE CONACYT

Se encuentra en proceso de revisión el Proyecto "Red de Observatorios de Bienestar y Calidad de Vida Asociada a la Vivienda" del Dr. Oscar Sánchez Flores, el cual ha sido aceptado en pertinencia y pasado a la siguiente fase de revisión.

REDES ACADÉMICAS

El Cuerpo Académico 237 es Miembro de la Red Internacional de Investigación en Ingeniería Industrial (Red 14).

El Cuerpo Académico 236 es Miembro del Grupo de Óptica Estadística en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) y Miembro del Grupo de Óptica estadística de la Universidad Autónoma de Tabasco.

La Dra. Alicia Peláez es colaboradora del Cuerpo Académico de Materiales (CAM) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) con clave de registro UAHEH-CA-8.

El uso de transformaciones para una mejor correlación y pronóstico de propiedades físico-químicas de derivados del benceno

Mario Ramírez Mendoza, Isaías Ochoa Landín

RESUMEN

El objetivo es mostrar la utilidad de la aplicación de transformaciones sobre las parejas de observaciones (x,y) , cuyos elementos x y y se obtienen mediante la aplicación de índices topológicos, por un lado, y del programa HyperChem, por otro, para una mejor correlación y obtención de la función de regresión con la intención de hacer más viable la elección de compuestos químicos en la ejecución de reacciones sabiendo de inicio las propiedades fisicoquímicas aproximadas de ciertos compuestos químicos. Las transformaciones de que se habla son del tipo (Tx,y) , (x,Ty) o en general (T_1x,T_2y) , donde T,T_1,T_2 son mapeos biyectivos dentro del rango de observaciones y son del tipo $\sqrt{\quad}$, \log , \ln , etc., los cuales son de gran ayuda para determinar la dependencia de los parámetros físico-químicos respecto de los índices topológicos. Los compuestos que se analizan no solo contienen átomos de carbono e hidrógeno sino también heteroátomos como el oxígeno y el nitrógeno entre otros.

Palabras clave: Transformaciones, Correlación, Pronóstico de propiedades.

ABSTRACT

The objective of this research is to show the reason for applying transformations on observation pairs (x,y) , where the elements x and y are obtained through the application of topological indexes and, then, through the HyperChem program. Applying transformations results in a better correlation and helps to obtain the regression function for choosing chemical compounds with approximated physicochemical properties when carrying out reactions. These transformations are type (Tx,y) , (x,Ty) or in general type (T_1x,T_2y) , where T,T_1,T_2 are bijective mappings within the range of observations and are type $\sqrt{\quad}$, \log , \ln , etc., which are very helpful to establish the dependence of the physicochemical parameters with regard to topological indexes. The compounds to be analyzed contain not only carbon and hydrogen atoms but also heteroatoms, such as oxygen and nitrogen among others.

Keywords: Transformations, Correlations, Prognosis of properties.

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del estudio de los enlaces químicos, el concepto de distancia está implícito en los principales postulados de las teorías de los orbitales atómicos y

Recibido 22 de enero, 2014; aceptado 19 de febrero, 2014

Mario RAMÍREZ MENDOZA, Universidad del Istmo-UNISTMO, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, México.
Correo electrónico: mexico12ago@hotmail.com

Isaías OCHO LANDÍN, Universidad del Istmo-UNISTMO, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, México.
Correo electrónico: isaias8a@gmail.com

moleculares, nos referimos a la teoría del enlace de valencia y a la teoría de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia [1]. Es ya un hecho que la expresión cuantificada y asociada a un grafo molecular que se obtiene a partir de una definición de topología molecular refleja aspectos de tipo estructural de una molécula [2].

En el artículo [3], los autores analizaron la capacidad de correlación de algunos índices topológicos como el índice de Wiener ordinario, Wiener modificado y el de Randic y observaron que en la mayoría de los casos el índice de Randic hace una mejor correlación, sobre todo cuando se trata de las propie-

dades como polarizabilidad, refracción molecular y el volumen molecular. Sobre el contenido de estos índices se explica de manera extensa en la literatura citada [2, 4, 5, 6, 7]. Aquí solo escribiremos sus expresiones y daremos una explicación breve.

El índice topológico de Wiener, $W1$, aplicado en el presente trabajo es un medio de la matriz de distancia mínima del grafo molecular en estudio:

$$W1 = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n D_{ij}; D_{ij} = (d_{ij})$$

donde:

$$d_{ij} = \sum_{i,j} \frac{1}{b} \frac{36}{z_i z_j}; i \neq j$$

y

$$d_{ii} = 1 - \frac{6}{z_i}$$

Los subíndices i, j representan a los vértices (átomos), y n es el número de átomos en la molécula. La constante b caracteriza al tipo de enlace entre los átomos.

En el índice de Wiener modificado las distancias están dadas por las distancias de enlace químico. La expresión para hallar el índice topológico de Randic involucra mas operaciones dependiendo del orden del índice topológico. Se puede analizar desde orden de enlace cero hasta orden de enlace n . Mientras mayor sea el orden, mayor será el número de operaciones a realizar. Sobre los alcances y aplicaciones de estos y otros índices puede verse [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Nuestro estudio se enfoca a mostrar la manera de elevar el nivel de correlación de los parámetros señalados en la siguiente tabla reducida, tomada del artículo mencionado [3]. Nos referimos a las correlaciones:

- Índice de Randic de orden 2-Volumen
- Índice de Randic de orden 2-Log P
- Índice de Randic de orden 2-Polarizabilidad
- Índice de Wiener-Refracción Molecular

En la tabla 1, R3 es el índice de Randic de orden 3, W es el índice de Wiener ordinario, Wm es el índice de Wiener modificado, R2 es el índice de Randic de orden 2, RM es la refracción molecular, α es la polarizabilidad, Log P es el logaritmo del coeficiente de distribución en el sistema n-octanol-agua, a, b son los coeficientes de la función de regresión lineal que mejoraremos en el presente trabajo y que tiene la forma $a + bx$

Tabla 1. Tabla de correlación entre cantidades fisico-químicas e índices topológicos, tomada del artículo de Bulanova y col. [3].

Parámetros de correlación	a	b	Coeficiente de correlación
R3 RM	1.498	25.704	0.97
W RM	61.086	0.025	0.781
Wm RM	52.247	0.017	0.978
R2 V	102.92	166.238	0.991
R2 Log P	-2.339	1.031	0.857
R2 α	1.644	6.597	0.996

Las correlaciones restantes, índice de Randic de orden 3 (R3) contra la propiedad RM y el índice modificado de Wiener (Wm) contra la propiedad RM, se incluyen como referentes.

En el trabajo [3] las fórmulas estructurales de derivados del ácido benzoico son veinte. Dependiendo del total de índices topológicos y del total de propiedades físico-químicas, la cantidad de correlaciones a analizar puede ser un número muy grande. Si el total de índices es l y el total de propiedades es m , el total de correlaciones es el número lm . Para elevar el valor del coeficiente de correlación se aplican las transformaciones biyectivas del tipo (T_1x, T_2y) . Se elige la transformación para la cual se obtiene, en valor absoluto, una correlación mayor. Esta transformación será la que representa la dependencia más fuerte [17, 18].

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En nuestro análisis se aplican los métodos propios de la teoría de grafos extendiendo su contenido al estudio de estructuras moleculares, además se consideran los índices topológicos, o descriptores estructurales, de Wiener y Randic. Para el cálculo de las transformaciones y de la función de regresión a obtener se emplea el paquete Mathematica 7.0.1 (2009). En la expresión para el índice topológico de Wiener los elementos d_{ii} forman la diagonal principal de la matriz; d_{ij} son los términos de la matriz de distancia que se encuentran en el lugar (i, j) y representan la mínima distancia entre los átomos i y el j ; z_i es la carga del núcleo de los átomos. Así, por ejemplo, para un enlace Nitrógeno – Nitrógeno con enlace simple se tiene:

$$d_{NN} = \frac{1}{1(7)(7)} \frac{36}{(7)(7)} = 0.735$$

El índice de enlace de Randic de orden cero, uno y n en general, se definen así

$$R_0 = \sum (\delta_i)^{-\frac{1}{2}}$$

$$R_1 = \sum (\delta_i \delta_j)^{-\frac{1}{2}}$$

$$R_n = \sum \left(\prod_k \delta_{i_k} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

El orden depende del número de enlaces que se analizan para cada átomo. El índice de orden cero considera a un solo átomo. δ_i es el grado del vértice i calculado por la fórmula

$$\delta_i = Z_i - h_i$$

Donde Z_i es el número de electrones de valencia del átomo, h_i es el número de átomos de hidrógeno enlazados a la molécula. La suma se realiza en base a todos los vértices del grafo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra los índices topológicos y propiedades obtenidos después de haber aplicado la correspondiente transformación, lo cual se señala con el subíndice t , sobre las parejas de observaciones en nuestro análisis. La numeración está basada en el artículo [3].

Tabla 2. Valores transformados de los índices topológicos y propiedades fisicoquímicas.

No	$W1_t$	$R2_t$	RM (cm ³)	Vt (Å ³)	α (Å ³)
1	5.95873	1.22554	61.56	6.51172	23.84
2	5.94973	1.18234	61.23	6.49732	23.13
3	6.55205	1.47545	77.54	6.67631	31.11
4	6.54892	1.44621	77.84	6.66251	30.4
5	5.86113	1.21313	61.56	6.49885	23.84
6	5.9515	1.23081	60.02	6.52594	23.61
7	5.94111	1.18784	59.69	6.50938	22.9
8	6.5498	1.47956	76.01	6.68941	30.88
9	6.54377	1.45044	76.31	6.67274	30.17
10	7.04486	1.618	90.18	6.85077	34.92
11	7.14813	1.66468	91.87	6.87063	35.56
12	7.16799	1.6679	91.87	6.87227	35.56
13	6.95459	1.58433	90.18	6.83594	34.92
14	7.05927	1.63783	91.87	6.85599	35.56
15	7.20666	1.68008	96.64	6.91621	37.39
16	7.30378	1.70874	98.33	6.93169	38.03
17	7.40416	1.70874	98.33	6.92917	38.03
18	7.48314	1.70475	98.33	6.94454	38.03
19	7.38518	1.71632	98.33	6.94767	38.03
20	7.4819	1.68455	98.01	6.93537	37.32

En esta tabla, $W1_t$ es el índice de Wiener $W1$ transformado, $R2_t$ es el índice de Randic de orden 2 transformado, RM son los valores de la refracción molecular, V_t es el volumen molecular transformado y α es la polarizabilidad.

Los coeficientes de la función de regresión lineal obtenidos y el coeficiente de correlación se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes de la función de regresión y coeficientes de correlación.

Parámetros de correlación		a	b	Coefficiente de correlación
R2	V_t	5.834	0.199	0.995
$R2_t$	Log P	-4.392	4.506	0.867
$R2_t$	α	-11.0393	28.546	0.997
$W1_t$	RM	-90.8047	25.623	0.994

La mejor correlación se observa en el resultado para $W1_t$ -RM, con un coeficiente de correlación mucho mayor al obtenido en el artículo de Bulanova y col. [3], el cual es de 0.781, y además supera el coeficiente de correlación de las relaciones R3-RM y Wm -RM. La figura 1 muestra la efectividad de la correlación.

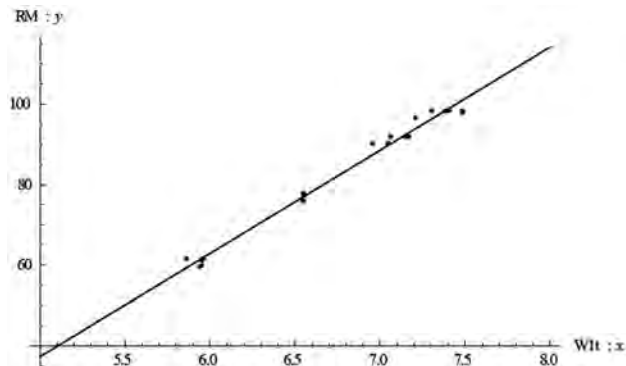


Figura 1. Gráfica de correlación entre las variables refracción molecular RM e índice de Wiener transformado $W1_t$.

4 CONCLUSIONES

El desarrollo de la aplicación de herramientas matemáticas en el estudio de la estructura de los enlaces químicos ha ayudado a tener una mejor interpretación de los procesos químicos. Los índices topológicos, que son valores que reflejan las propiedades básicas de los elementos que forman el compuesto, han encontrado múltiples aplicaciones en el campo de la química. A diferencia de las matrices de distancia ordinarias, en las cuales no se consideran los

heteroátomos, aquí estos se consideran y, como se puede comprobar con los resultados del presente trabajo, su uso es una valiosa herramienta. La topología, como concepto matemático, es la herramienta natural que se requiere cuando se analizan propiedades que dependen de la cercanía de los elementos del grafo molecular. En este estudio se habla de grafo molecular y de los índices de Wiener y Randić, pero desde hace algunos años, y actualmente, se están empleando los valores propios, vectores propios y el determinante asociado al grafo molecular como parte de un índice topológico con el objetivo de ordenar toda una ramificación de árboles del tipo alcanos. Es por esto que, como consecuencia de los resultados obtenidos, se puede afirmar que la aplicación del aparato matemático, como la teoría de funciones y el álgebra lineal sin olvidar la estadística, nos conduce a una mejor comprensión de los procesos químicos. La obtención de una mejor correlación de las características estructurales de compuestos químicos de interés con la intención de pronosticar sus propiedades físico-químicas es solo un eslabón de la cadena de aplicaciones que brinda la matemática. En este trabajo se utilizó una transformación biyectiva del tipo *log* a los resultados obtenidos y se encontró que la correlación se incrementó significativamente comparada con aquellos valores reportados. De esta manera se busca predecir las propiedades físicoquímicas de compuestos a ser sintetizados a partir de la estructura molecular y su estereoquímica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] K. Whitten, Química General. 1998, 5a ed., Ed. Mc Graw Hill. España.
- [2] R. King, Chemical Applications of Topology and Graph Theory. 1983. Elsevier Science Publishers B. V. USA.
- [3] A. Bulanova, A. Kharitonova, K. Row, Connection of Topological Characteristics with Physicochemical Parameters of Benzoic Acid Derivates. Vestnik of Samara State University, Russia. No. 2 (36). 2005. Russia.
- [4] Trinajstić, N. Chemical Graph Theory. 1992. CRC Press. USA.
- [5] R. King. Graph Theory and Topology in Inorganic Cluster and Coordination Chemistry. 1993. CRC Press. USA.
- [6] M. Randić. Wiener-Hosoya Index. A Novel Graph Theoretical Molecular Descriptor. J. Chem. Inf. Comput. Sci., 2004, 44 (2), pp.373-377. American Chemical Society Publications.
- [7] G. Cerruela, I. Luque, M. Gomez, J. Cabrero, A. Guevara. From Wiener Index to Molecules. J. Chem. Inf. Model., 2005, 45 (2), pp. 231-238. American Chemical Society Publications.
- [8] R. Sharma, A. Sikarwar, N. Gupta. Correlation Studies of Topological Indices for Cephalosporin Type Antibiotic Drug Derivatives. Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research. Issue 2. V. 1. 2011. India.
- [9] A. Katritzky, E. Gordeeva. Traditional Topological Indices vs Electronic, Geometrical, and Combined Molecular Descriptors in QSAR/QSPR Research. Department of Chemistry, University of Florida, Gainesville, Florida. 32611-2046. 1993.
- [10] X. Li, Y. Yang. Sharp Bounds for the General Randić Index. Center for Combinatorics, LPMC Nankai University, Tianjin 300071. People's Republic of China. 2003.
- [11] J. Padrón, R. Carrasco, R. Pellón. Molecular Descriptor Based on a Molar Refractivity Partition Using Randić Type Graph-Theoretical Invariant. Pharmaceutical Chemistry Center, Calle 200 y 21, Atabey. Playa. La Habana, Cuba. 2002.
- [12] M. Rostami, M. Shabaniyan, H. Moghanian. Some Topological Indices for Theoretical Study of Two Types of Nanostar Dendrimers. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures. Vol. 7, No. 1, January-March 2012. P. 247-252.
- [13] I. Luque, M. Urbano, M. Gomez. Data Fusion of Similarity and Dissimilarity Measurements Using Wiener-Based Indices for the Prediction of the NPY Y5 Receptor Antagonist Capacity of Benzoxazinones. J. Chem. Inf. Model., 2007, 47 (6), pp. 2235-2241. American Chemical Society Publications.
- [14] G. Cerruela, I. Luque, M. Gomez. Analysis and Study of Molecule Data Sets Using Snowflake Diagrams of Weighted Maximum Common Subgraph Trees. J. Chem. Inf. Model., 2011, 51 (6), pp. 1216-1232. American Chemical Society Publications.
- [15] E. Estrada, A. Matamala. Generalized Topological Indices. Modeling Gas-Phase Rate Coefficients of Atmospheric Relevance. J. Chem. Inf. Model., 2007, 47 (3), pp. 794-804. American Chemical Society Publications.
- [16] I. Paster, M. Shacham, N. Brauner. Investigation of the Relationships between Molecular Structure, Molecular Descriptors, and Physical Properties. Ind. Eng. Chem. Res., 2009, 48 (21), pp. 9723-9734. American Chemical Society Publications.
- [17] A. Affi., S. Azen, Statistical Analysis. 1979. USA.
- [18] D. Montgomery. Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería. 2007, Ed. McGraw Hill. Mexico.

Habilidades gerenciales a través del manejo de funciones financieras de las aplicaciones computacionales en Ingeniería

Genaro Roberto López Aguilar, Verónica A. Lara Andrade, Raúl David González Padilla

RESUMEN

En la actualidad se ha dado énfasis a la educación tecnológica apoyada en las TIC's, se han proporcionado los métodos, las actualizaciones curriculares se adaptan a la sinergia de las organizaciones, los docentes han generado nuevas habilidades. Sin embargo aún existen brechas entre los contenidos académicos de los programas de estudio y los contenidos pragmáticos que el sector productivo demanda de la ingeniería a niveles gerenciales; la toma de decisiones, el desarrollo de planes de financiamiento y la formulación de escenarios económicos (tasas de interés y retorno), son la concepción de una realidad ocupacional en el área de la planeación, que la universidad debe proporcionar como herramienta a sus egresados. El presente trabajo habilita la generación de un juicio crítico, sobre la mejor habilitación de los recursos electrónicos (software y aplicaciones computacionales), para la enseñanza de habilidades informáticas de la planeación financiera (estimación de situaciones económicas, relación costo beneficio del producto a través de elaboración de precios unitarios, retorno de la inversión, amortización de bienes, etc.).

Palabras clave: Funciones financieras, Planeación financiera.

ABSTRACT

At present there has been emphasis on technology education supported by ICT, through which methods have been provided, curriculum updates are being adapted to organizations synergy; also, professors have generated new skills. However there are still gaps between the academic content of the curriculum content and the pragmatic demands of the productive sector engineering to management levels; decision making, development of financing plans and the formulation of economic scenarios (interest rates and return), are the conception of an occupational reality in the area of planning, the university must provide its graduates as a tool. This work enables the generation of a critical judgment about the best enabling electronic resources (software and computer applications), for teaching computer skills of financial planning (estimate of economic conditions, cost-benefit ratio of the product through development of unit prices, return on investment, amortization of property, etc.).

Key words: Financial functions, Financial planning.

Recibido 23 de octubre, 2013; aceptado 21 de noviembre, 2013

Mtro. Genaro Roberto LÓPEZ AGUILAR
Facultad de Ingeniería, BUAP
Correos electrónicos: grlopeza@gmail.com
genaro.lopez@correo.buap.mx

Mtra. M. Verónica A. LARA ANDRADE
Facultad de Contaduría, BUAP

Mtro. Raúl David GONZÁLEZ PADILLA
Facultad de Ingeniería, BUAP

1 INTRODUCCIÓN

En el tema de la formación en habilidades gerenciales es difícil establecer una relación directa Universidad sector productivo, esta vinculación demanda un esquema de enseñanza basado en la educación dual. Por su naturaleza formativa la Universidad se aleja de esta didáctica (por ello los contenidos académicos, se establecen poco flexibles a demandas temporales), sin embargo no se excluye a las alternativas tecnoló-

gicas como complementarias, el uso de las TIC como complemento a las formación de los universitarios, es un estrategia de alta competencia.

Constantes recomendaciones en cuanto al desarrollo de una sólida planeación financiera, son realizadas por ponentes que participan en los foros universitarios (Empresando 2.0) y es una demanda constante en el sector ocupacional (se observa en los requerimientos de oferta laboral de: analista de costos, programador de presupuestos, generador de precios unitarios, etc; vacantes que son ofertadas en colegios como el de Ingenieros Civiles), por la preocupación de los contratistas por contar con especialistas en el área y ser partícipes de los concursos de obra con recurso económico Federal y Estatal.

La UNESCO (2013) determina que “El desarrollo de un nuevo paradigma educativo requiere que los sistemas educativos y cada uno de sus actores desarrollen una importante habilidad para registrar, entender y utilizar los datos que estos sistemas producen, de manera de apoyar la toma de decisiones a todo nivel, desde la evidencia disponible. Sistemas tecnológicos que registran las acciones y el progreso de cada estudiante y docente, que pueden reconocer patrones y estilos, ritmos y perfiles, podrán apoyar enormemente el desarrollo de sistemas educativos más eficientes. La gestión política de los sistemas educativos, el liderazgo al interior de cada escuela y la gestión de conocimientos que cada docente puede trabajar con sus estudiantes, se verán beneficiados de estos nuevos instrumentos”.

Proporcionar herramientas e instrumentos de índole operativo en la planeación financiera, adicionales a una formación profesional es una condición deseable para toda Institución de Educación Superior (IES), complementarla con el uso de las TIC para su enseñanza, establece el cumplimiento formal de un compromiso educativo por parte de los docentes, hacia la formación profesional de un alumno.

Egresar profesionales que cumplan requerimientos laborales sin la adecuada instrucción es falta de mérito para cualquier sistema educativo, cerrar las brechas de adiestramiento y capacitación laboral mediante un acercamiento a la diversidad de los sistemas computacionales con aplicaciones específicas en la planeación financiera, es un beneficio compartido entre los sectores involucrados y hacia el estudiante.

El objetivo del presente trabajo es vincular habilidades de la planeación financiera en la formación del alumno a través del uso de las TIC. Los retos y oportunidades son mantener la constante actualización

docente y tecnológica de las IES en el área. La oportunidad, representa ser una IES que participa activa y pertinentemente en la integración de sus egresados al sector productivo y con alta competitividad en el área de la planeación financiera.

2 DESARROLLO

2.1 Estado actual de las TIC

De acuerdo con la UNESCO (2008), las nuevas tecnologías (TIC) exigen que los docentes desempeñen nuevas funciones y también, requieren nuevas pedagogías y nuevos planteamientos en la formación docente. Lograr la integración de las TIC en el aula dependerá de la capacidad de los maestros para estructurar el ambiente de aprendizaje de forma no tradicional, fusionar las TIC con nuevas pedagogías y fomentar clases dinámicas en el plano social, estimulando la interacción cooperativa, el aprendizaje colaborativo y el trabajo en grupo. Esto exige adquirir un conjunto diferente de competencias para manejar la clase. En el futuro, las competencias fundamentales comprenderán la capacidad tanto para desarrollar métodos innovadores de utilización de TIC en el mejoramiento del entorno de aprendizaje, como para estimular la adquisición de nociones básicas en TIC, profundizar el conocimiento y generarlo.

Siendo necesario mencionar algunos de los módulos estándares de competencia que la UNESCO (2008) recomienda para los sistemas educativos:

Nociones básicas de las TIC

Tal como se ha dicho anteriormente, el objetivo político del enfoque relativo a las nociones básicas de las TIC consiste en preparar estudiantes, ciudadanos y trabajadores, para que sean capaces de comprender las nuevas tecnologías (TIC) y puedan así apoyar el desarrollo social y mejorar la productividad económica. Entre los objetivos conexos figuran: incrementar la escolarización, poner recursos educativos de calidad al alcance de todos y mejorar la adquisición de competencias básicas, incluyendo en estas la utilización de un conjunto de recursos y herramientas de hardware y software.

Profundización del conocimiento

El objetivo político del enfoque relativo a la profundización del conocimiento consiste en incrementar la capacidad de estudiantes, ciudadanos y trabajadores para agregar valor a la sociedad y a la economía, aplicando conocimientos de las disciplinas escolares

a fin de resolver problemas complejos y prioritarios con los que se encuentran en situaciones reales en el trabajo, la sociedad y la vida.

Generación de conocimiento

El objetivo político del enfoque relativo a la generación de conocimiento consiste en incrementar la productividad, formando estudiantes, ciudadanos y trabajadores que se comprometan continuamente con la tarea de generar conocimiento, innovar y aprender a lo largo de toda la vida y que se beneficien tanto de la creación de este conocimiento como de la innovación y del aprendizaje permanente.

Los módulos estándares de competencia que la UNESCO (2008) recomienda para los docentes son:

Herramientas básicas

Las TIC involucradas en este enfoque comprenden: el uso de computadores y de software de productividad; entrenamiento, práctica, tutoriales y contenidos web; y utilización de redes de datos con fines de gestión. Los docentes deben conocer el funcionamiento básico del hardware y del software, así como de las aplicaciones de productividad, un navegador de Internet, un programa de comunicación, un presentador multimedia y aplicaciones de gestión.

Herramientas complejas

Para comprender los conceptos fundamentales, los estudiantes utilizan herramientas de las TIC no lineales y específicas para una área académica, como: visualizaciones para ciencias naturales, herramientas de análisis de datos para matemáticas y simulaciones de desempeños de funciones (roles) para ciencias sociales. Los docentes deben conocer una variedad de aplicaciones y herramientas específicas y deben ser capaces de utilizarlas con flexibilidad en diferentes situaciones basadas en problemas y proyectos. Los docentes deben poder utilizar redes de recursos para ayudar a los estudiantes a colaborar, acceder a la información y comunicarse con expertos externos, a fin de analizar y resolver los problemas seleccionados. Los docentes también deberán estar en capacidad de utilizar las TIC para crear y supervisar proyectos de clase realizados individualmente o por grupos de estudiantes.

Tecnología generalizada

Para crear esta comunidad y apoyarla en su tarea de producir conocimientos y aprender colaborativa y continuamente, se utilizan múltiples dispositivos en red, además de recursos y contextos digitales. Los docentes tienen que estar en capacidad de diseñar

comunidades de conocimiento basadas en las TIC, y también de saber utilizar estas tecnologías para apoyar el desarrollo de las habilidades de los estudiantes tanto en materia de creación de conocimientos como para su aprendizaje permanente y reflexivo.

Asimismo la UNESCO (2008) establece directrices para la mejor adecuación en la aplicación de las TIC:

Conceptos esenciales

Debatir el papel de los docentes y las estrategias que utilizan en la ejecución de módulos o unidades, basados en proyectos, y realizados de manera colaborativa. Invitar a los participantes a que demuestren el uso de estrategias y de recursos informáticos para apoyar la realización de sus módulos.

Los docentes deben estar en capacidad de:

Manejar distintos programas no lineales de software que se adecuen a sus respectivas áreas académicas y que faciliten, por ejemplo, visualizaciones, análisis de datos, simulaciones de desempeño de funciones y referencias en línea.

Demostrar, en la asignatura correspondiente, el uso de una serie de paquetes de software; y proponer a los participantes que los exploren y hagan demostraciones con ellos.

2.2 Definición de planeación financiera

La planificación financiera es un proceso del cual se proyectan y se fijan las bases de las actividades financieras con el objeto de minimizar el riesgo y aprovechar las oportunidades y los recursos. Se considera una técnica que reúne un conjunto de métodos, instrumentos y objetivos con el fin de establecer en una empresa pronósticos y metas económicas y financieras por alcanzar, tomando en cuenta los medios que se tienen y los que se requieren para lograrlo.

La planificación financiera es un aspecto que reviste gran importancia para el funcionamiento y, por ende, la supervivencia de la empresa. Siendo tres los elementos clave en el proceso de planificación financiera:

1. La planificación del efectivo consiste en la elaboración de presupuestos de caja. Sin un nivel adecuado de efectivo y pese al nivel que presenten las utilidades la empresa está expuesta al fracaso.
2. La planificación de utilidades, se obtiene por medio de los estados financieros proforma, los cuales muestran niveles anticipados de ingresos, activos, pasivos y capital social.

3. Los presupuestos de caja y los estados proforma son útiles no sólo para la planificación financiera interna; forman parte de la información que exigen los prestamistas tanto presentes como futuros.

Objetivo de toda planeación financiera es minimizar el riesgo y aprovechar las oportunidades y los recursos financieros, decidir anticipadamente las necesidades de dinero y su correcta aplicación, buscando su mejor rendimiento y su máxima seguridad financiera. Haciendo que el sistema presupuestario sea la herramienta más importante con lo que cuenta la administración moderna para la concreción de sus objetivos y para ello necesita un modelo financiero.

Dinámica del modelo financiero

El modelo financiero se modifica de acuerdo con las decisiones que toma la dirección, las modificaciones que se derivan de la operación normal de la empresa y el efecto de factores externos. Los principales motivos de cambio y su repercusión sobre el modelo son:

Aumentos de ventas, clientes, inventarios, proveedores y acreedores, créditos a largo plazo, líneas de crédito revolventes, aumento de capital, pérdidas cambiantes, presiones inflacionarias.

Entre las herramientas metodológicas que aprovechan el uso de las TIC se encuentran:

Punto de equilibrio, planificación de utilidades, apalancamiento y riesgo de operación.

Para una adecuada planeación es necesario identificar las fases del control financiero:

- Planificar las acciones que se quieren realizar.
- Llevar a cabo las acciones planificadas.
- Verificar la eficiencia de cómo se hicieron las actividades planificadas.

La ventaja de las TIC radica en la oportunidad de pronosticar los resultados de las decisiones en forma de medidas de rendimiento, recurrir a la información sobre el rendimiento real, comparar el rendimiento real con el pronóstico, y cuando se descubre que una decisión es deficiente se busca el procedimiento que lo causó y corregir sus consecuencias hasta donde sea posible.

Entre las variables que son susceptibles de utilizar las TIC, en su medida y comparativa para la elaboración de pronósticos:

- Fines.- Establecer en la empresa pronósticos y metas económicas y financieras por alcanzar. Especificar metas objetivas.
- Medios.- Elegir políticas, programas, procedimientos y prácticas con los que habrán de alcanzarse los objetivos.

- Recursos.- Determinar tipos y cantidades de los recursos que se necesitan, definir cómo se habrán de adquirir o generar y cómo se habrán de asignar a las actividades.
- Realización.- Elaboración de los presupuestos de operación, de inversiones permanentes y financiero.
- Control.- Para llevar un buen control se requiere evaluar los resultados comparándolos con patrones o modelos establecidos previamente.

3 RECOMENDACIONES CLAVE DE LA OCDE (2010)

3.1 Mercado laboral

...Fomentar la capacitación mediante la mejora de la información y orientación acerca de las oportunidades existentes. El desarrollo de módulos de corta duración contribuiría a facilitar la capacitación mientras se está trabajando... (Innovación y Tecnologías de la Información y la Comunicación, Recomendaciones OCDE, 2010).

México ha realizado inversiones insuficientes en ciencia, tecnología e innovación. Como resultado, el crecimiento potencial de su economía es inferior al necesario para alcanzar el nivel de otros países y lograr una competitividad comparable a la de otras economías emergentes. De acuerdo con todos los indicadores disponibles, el nivel general de la innovación en México es realmente bajo, no solamente en comparación con otros países de la OCDE, sino también con las economías emergentes más dinámicas. El gasto en Investigación y Desarrollo (I y D) como porcentaje del PIB sigue siendo inferior al 0.5%, en contraste con un promedio superior al 2% en la zona OCDE y cercano al 1.5% en China. México debería aprovechar plenamente sus considerables recursos para impulsar un desarrollo basado en el conocimiento, y aprovechar sus activos en la materia que incluyen polos de excelencia en la educación superior y la investigación científica, un acervo considerable de técnicos e ingenieros altamente calificados, una rica cantera de emprendedores y, sobre todo, una población muy joven.

Recomendaciones clave de la OCDE

- Mejorar el marco de condiciones para la innovación, mediante la inversión en capital humano a todos los niveles y en todos los sectores de la economía...

- Mejorar el acceso de las PYMES a las nuevas tecnologías, así como su participación en las redes de conocimiento...
- Apoyar la inversión en I y D e innovación, introduciendo reformas que garanticen una mayor eficiencia del gasto, en particular mediante el fomento de la colaboración público-privada en áreas prioritarias.
- Promover la competencia para aumentar la innovación en todos los sectores y el desarrollo de las infraestructuras esenciales, en particular en las industrias de redes...

4 HERRAMIENTAS FINANCIERAS INTEGRADAS EN PAQUETES COMPUTACIONALES DE INGENIERÍA

En las diferentes fases de la administración de un proyecto de construcción (arranque, planeación, ejecución, control, hasta el cierre del proyecto) para poder realizarse son necesarias algunas alternativas de financiamiento como de accionistas, de futuros propietarios en preventa, de instituciones con inversionistas de inmobiliarias o bancos, etc. e inicia con una proyección financiera de dichas inversiones.

Existen diferentes aplicaciones de cómputo de desarrollo en ingeniería (software como: hojas de cálculo, de diseño, dibujo, de proyectos gráficos, en comunicación grupal o equipos, de proceso administrativos, toma de decisiones, bases de datos e integrados computacionales, etc.) que ayudan a dichas fases de la construcción, y con los lenguajes de muy alto nivel que tienen incluidos, como Visual Basic para Aplicaciones, se puede continuar con la proyección financiera dentro de dichas aplicaciones computacionales con sus funciones. Para muestra, unos botones... nada más:

Para generar una función, que es una rutina de código de programación para obtener algún proceso de solución dentro de una aplicación, se pulsa teclas Alt + F11 entra a Visual Basic en Excel para utilizarlo de manera directa, insertar Módulo, luego insertar procedimiento, y se generará como ejemplo la función CARGATOTAL tipo Público, luego se captura el código de programación (figura 1).

Donde Peso y Área son datos variables para el proceso de la función que se pondrán como argumentos. ¿Cómo se puede utilizar directamente la función? (figura 2).

Para utilizar de manera directa las funciones financieras, se captura: NPER, TASA, VA, VF y pulsando el símbolo de fx (figura 3).



Public Function CARGATOTAL(Peso, Area)
 Factor = Peso * Area
 CARGATOTAL = Factor + 100
 End Function

Figura 1.

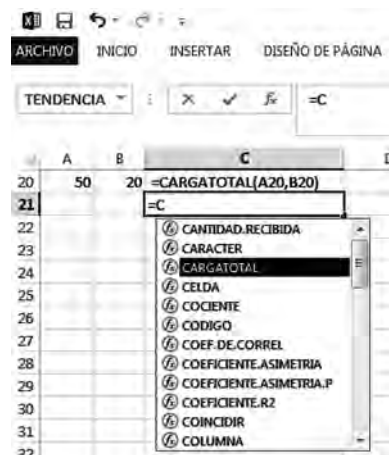


Figura 2.



Figura 3.

4.1 Valor futuro de Visual Basic en Autocad

En un proyecto de inversión, el valor futuro o monto (**FV**) de una anualidad está compuesto por los pagos periódicos mensuales y constantes, más un tipo de interés también constante.

$$M = R \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right]$$

M = Monto o valor futuro
 I = tasa de interés mensual
 N = periodo mensuales de capitalización
 R = renta o pago periódico mensual

y la función integrada en Visual Basic es

FV(tasa, periodo, -Pago, -saldo, Tipopago)

El saldo actual de la inversión puede ser cero y el Tipo de pago se realiza con periodo adelantado o vencido del periodo.

En AutoCAD con Alt + F8, (y en toda la paquetería computacional de Office) en Nombre del macro: Prueba, crear y aceptar, proyecta su Visual Basic (o con el comando **VbaRun**, publicado en el artículo “Visual Basic en AutoCAD para automatizar” revista anterior No. 15. P.41-46) ahora insertar, Userform, diseñar el siguiente formulario, capturar el código de programación y ejecutar con F5.



```
Private Sub CmdMonto_Click()
Dim Formato, Pago, tasa, periodo
Dim Tipopago, saldo, Monto
Formato = "$###,###,##0.00"
    'Define salida de formato
Pago = TextBox1.Text
tasa = TextBox2.Text
If tasa > 1 Then tasa = tasa / 100
    ' formato porcentaje
tasa = tasa / 12
    'tasa mensual
periodo = TextBox3.Text
Tipopago = MsgBox("Realiza los pagos al final del mes?", vbYesNo)
If Tipopago = vbNo Then Tipopago = 1 Else Tipopago = 0
```

```
saldo = InputBox("Cuál es el saldo actual de la cuenta de inversión?", , 0)
Monto = FV(tasa, periodo, -Pago, -saldo, Tipopago)
TextBox4.Text = Format(Monto, Formato)
End Sub
```

4.2 Número de pagos de un préstamo hipotecario de Visual Basic en Catia

Para determinar el número de periodos **NPer** de una anualidad basándose en pagos periódicos y constantes con un tipo de interés también constante

$$n = \frac{-\log\left(1 - \frac{Ci}{R}\right)}{\log(1 + i)}$$

C = Capital prestado
 R = Renta o pago periódico mensual
 n = No. De periodos mensuales
 i = tasa de interés mensual

la función de Visual Basic es

NPer(tasa, -Pago, Capital, ValorF, Tipopago)

Donde valor futuro es cero, porque se toma el capital o valor presente y con Tipo de pago vencido o al final del mes.



```
Private Sub CmdPeriodos_Click()
Dim Capital, ValorF, tasa, Pago
Dim Tipopago, Totalpagos
ValorF = 0
    ' valor futuro 0
Label5.Visible = False
    'apaga etiqueta
Capital = TextBox1.Text
tasa = TextBox2.Text
If tasa > 1 Then tasa = tasa / 100
    ' formato porcentaje
tasa = tasa / 12
    'tasa mensual
Pago = TextBox3.Text
Tipopago = MsgBox("¿Realiza los pagos al final del mes?", vbYesNo)
If Tipopago = vbNo Then Tipopago = 1 Else Tipopago = 0
Totalpagos = NPer(tasa, -Pago, Capital, ValorF, Tipopago)
If Int(Totalpagos) <> Totalpagos Then Totalpagos = Int(Totalpagos) + 1
    ' Redondea el No. de pagos
```



```
Label5.Visible = True ' enciende etiqueta
Label5.Caption = Totalpagos & " meses para pagar su hipoteca"
End Sub
```

4.3 Valor actual de inmueble en preventa capital o valor presente de Visual Basic en Microsoft Office Project

Determina el valor actual **PV** o capital o valor presente de una anualidad basada en pagos periódicos constantes que se van a realizar en el futuro, con un tipo de interés también constante.

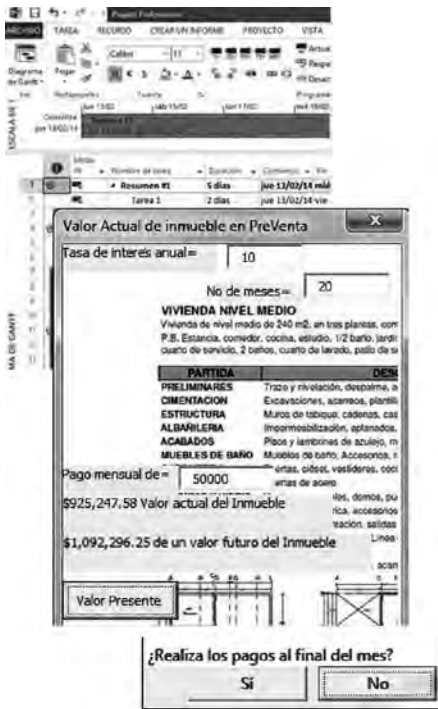
$$C = R \left[1 + \frac{1 - (1+i)^{-n+1}}{i} \right]$$

C = capital o valor presente
 R = renta o pago periódico mensual
 n= No. De periodos mensuales
 i = tasa de interés mensual

la función de Visual Basic es

```
PV(tasa, periodo, -Pago, FV, Tipopago)
```

El valor futuro es cero para obtener el valor presente y con Tipo de pago anticipado o al inicio del mes.



```
Dim formato, tasa, periodo, Pago
Dim ValF, Tipopago, Vactual, saldo, Monto
formato = "$###,##0.00" ' Define formato
tasa = TextBox1.Text ' Tasa anual
If tasa > 1 Then tasa = tasa / 100
' formato porcentaje
tasa = tasa / 12 'tasa mensual
periodo = TextBox2.Text
Pago = TextBox3.Text
```

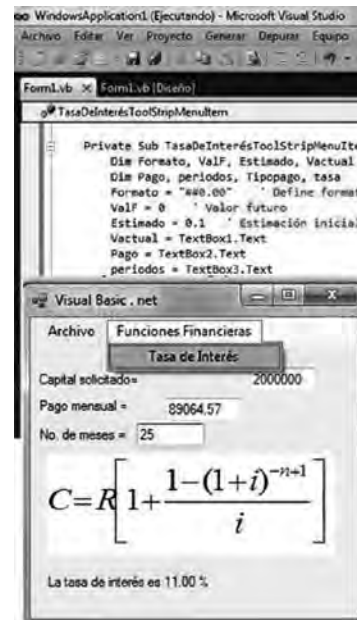
```
ValF = 0 ' Valor futuro
Tipopago = MsgBox("¿Realiza los pagos al final del mes?", vbYesNo)
If Tipopago = vbNo Then Tipopago = 1 Else Tipopago = 0
Vactual = PV(tasa, periodo, -Pago, ValF, Tipopago)
Label4.Caption = Format(Vactual, formato) & " Valor actual del Inmueble"
saldo = 0
Monto = Fv(tasa, periodo, -Pago, -saldo, Tipopago)
Label5.Caption = Format(Monto, formato) & " de un valor futuro del Inmueble"
```

4.4 Estimación de la tasa de interés hipotecario en Visual Basic.Net

Una estimación de cuánto podría ser el porcentaje de la tasa de interés por periodo de una anualidad, inicia con un valor de la tasa, con simulación cíclica de 20 intentos, hasta que el resultado tiene una precisión del 0.00001%, de lo contrario puede encontrar un resultado falla, si omite la estimación será de 10%.

```
Rate(periodos, -Pago, Vactual, ValF, Tipopago, Estimado)
```

```
Private Sub TasaDeInterésToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles TasaDeInterésToolStripMenuItem.Click
Dim Formato, ValF, Estimado, Vactual
Dim Pago, periodos, Tipopago, tasa
Formato = "##0.00" ' Define formato
ValF = 0 ' Valor futuro
Estimado = 0.1 ' Estimación inicial 10%
Vactual = TextBox1.Text
Pago = TextBox2.Text
periodos = TextBox3.Text
Tipopago = MsgBox("¿Realiza los pagos al final del mes?", vbYesNo)
If Tipopago = vbNo Then Tipopago = 1 Else Tipopago = 0
tasa = (Rate(periodos, -Pago, Vactual, ValF, Tipopago, Estimado) * 12) * 100
Label4.Text = "La tasa de interés es " & Format(CInt(tasa), Formato) & " %"
End Sub
```



5 DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En 2002 Stiglitz y Walsh (citados en UNESCO, 2008), establecieron que “Los economistas definen tres factores que conducen a un crecimiento basado en capacidades humanas acrecentadas: profundizar en capital (capacidad de los trabajadores para utilizar equipos más productivos que versiones anteriores de estos); mejorar la calidad del trabajo (fuerza laboral con mejores conocimientos, que pueda agregar valor al resultado económico); e innovar tecnológicamente (capacidad de los trabajadores para crear, distribuir, compartir y utilizar nuevos conocimientos).”

Estos tres factores de productividad fueron base para que la UNESCO (2008) vinculara las políticas educativas al desarrollo económico, mediante la formulación de tres premisas:

1. Incrementar la comprensión tecnológica de estudiantes, ciudadanos y fuerza laboral mediante la integración de competencias en TIC en los planes de estudios –currículos- (enfoque de nociones básicas de TIC).
2. Acrecentar la capacidad de estudiantes, ciudadanos y fuerza laboral para utilizar conocimientos con el fin de adicionar valor a la sociedad y a la economía, aplicando dichos conocimientos para resolver problemas complejos y reales (enfoque de profundización del conocimiento).
3. Aumentar la capacidad de estudiantes, ciudadanos y fuerza laboral para innovar, producir nuevo conocimiento y sacar provecho de éste (enfoque de generación de conocimiento).

Relación de las TIC y la planeación financiera

Siendo en la actualidad la elaboración, difusión, y comunicación de la información financiera, resulta indispensable el uso y manejo de las TIC en la planeación financiera de cualquier institución. Por ello la integración de las dos partes es de alta relación, no es posible hacer frente a un concurso de obra con herramientas de cálculo manuales, como en antaño.

La dinámica para modificar los números generadores de los presupuestos, marcan el éxito o el fracaso en la meta establecida.

¿Cuánto es suficiente para atender las demandas de la dinámica económica? es una referencia que pocos pueden dimensionar, la afirmación segura es que la suficiencia llegará cuando la civilización se extinga.

Una vez que la humanidad frene su desarrollo, estaremos seguros de no necesitar tecnología. Es una realidad que a mayor dominio tecnológico, se asegure un mayor beneficio.

Las habilidades gerenciales en el sector de la construcción son esenciales, una responsabilidad compartida en la toma de decisiones es crucial, la información que fluye en un sentido de comunicación y que se adapta a las eventualidades, permea con responsabilidad un estado de buenas y sanas finanzas.

¿Qué habilidades gerenciales desarrollan las TIC cuando se utilizan para elaborar esquemas de planeación financiera? asertividad, juicio crítico, agudeza mental, y un alto dominio de los criterios tecnológicos empleados en el desarrollo de números generadores para un concurso de obra.

6 CONCLUSIONES

El empleo de las TIC para la enseñanza de funciones financieras, promueve habilidades no tangibles en un profesionista en formación. La planeación financiera es pilar del desarrollo económico de una empresa con expectativas de crecimiento, es deber de la comunidad académica prever su enseñanza. La capacitación en busca del desarrollo computacional transversal y multidisciplinario es una alternativa que genera ingenio y garantiza altas posibilidades de una rápida inserción laboral.

La educación tecnológica tiene sus beneficios cuando la responsabilidad es compartida, sin llegar al abuso de las TIC y sustentar la formación de un profesionista en ellas. La UNESCO (2005), concluye que “El cambio social del que son portadoras las nuevas tecnologías sólo puede conducir a la aparición de sociedades del conocimiento en determinadas condiciones...Una observación atenta de las “culturas digitales” que han surgido con la difusión de las nuevas tecnologías, en especial entre los internautas más jóvenes, abonaría más bien otra hipótesis mucho menos halagüeña, a saber: la aparición de una sociedad de la diversión generalizada...Internet puede, por consiguiente, convertirse tanto en un instrumento de la edificación de sociedades del conocimiento como en un laberinto que podría conducirnos, lenta pero seguramente, hacia esa sociedad de la diversión con todos los inconvenientes que ello podría entrañar”.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Groussard Thierry (2010). Visual Basic2010 (VB. NET). Editions ENI. 2011. P. 148-161.
- [2] Díaz Mata Alfredo-Aguilera Gómez Víctor Manuel. 2008. Matemáticas financieras. Mc Graw Hill Interamericana Editores. 2008. P. 245.
- [3] Ramírez Ramírez José Felipe (2001). Aprenda Visual Basic practicando. Person Educación, México, 2001. P. 216.
- [4] MSDN <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/6xxtk8kx.aspx>.
- [5] López Aguilar Genaro R. (2012). Visual Basic en AutoCAD para automatizar. Revista Ingeniería y Tecnología Facultad de Ingeniería BUAP. No.15. P. 41-46.
- [6] López Aguilar Genaro R. (2009). Almacenar información para apoyar la toma de decisiones. Revista Ingeniería y Tecnología Facultad de Ingeniería BUAP. No.10. P. 22-25.
- [7] UNESCO (2008) ESTÁNDARES DE COMPETENCIAS EN TIC PARA DOCENTES, <http://cst.unesco-ci.org/sites/projects/cst/default.aspx>, Londres.
- [8] UNESCO, 2013. Enfoques estratégicos sobre las TICS EN EDUCACION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Chile: OREALC y UNESCO Santiago.
- [9] UNESCO, 2005. Hacia la Sociedad del Conocimiento. Paris: UNESCO.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**INGENIERÍA**
FACULTAD | Laboratorio Integral

SERVICIOS QUE OFRECE LABORATORIO INTEGRAL DE FACULTAD DE INGENIERÍA

MATERIALES DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS

- Calidad de materiales de terracerías y pavimentos
- Determinación del peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima de terracerías y pavimentos
- Determinación del grado de compactación en capas de terracerías y pavimento
- Determinación del peso volumétrico seco del lugar en capas de terracerías y pavimentos
- Determinaciones del desgaste en materiales petreos
- Calidad de materiales asfálticos
- Control de riego de asfálticos
- Calidad de carpeta asfáltica
- Extracción de corazón en carpeta asfáltica
- Determinación del grado de compactación
- Permeabilidad de la carpeta
- Estudio de calidad del material petreo para mezcla asfáltica
- Diseño Marshall en carpeta asfáltica

CONCRETO HIDRÁULICO

- Muestreo y ensaye de cilindros estándar de concreto hidráulico
- Estudio de calidad de arena y grava para concreto hidráulico
- Diseño de proporcionamiento para concreto hidráulico
- Extracción de núcleos de concreto hidráulico
- Muestreo y ensaye a compresión de testigos de mortero hidráulico
- Ensayes con esclerómetro

ACEROS

- Muestreo y ensaye de probetas de acero de refuerzo de $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con diámetros 1/4" a 3/4"
- Muestreo y ensaye de alambre de acero
- Muestreo y ensaye de malla electrosoldada de 10 x 10

MATERIALES DIVERSOS

- Ensaye a compresión y módulo de ruptura de tabique rojo común
- Ensaye de calidad de adoquines de concreto hidráulico
- Muestreo y ensaye a compresión y absorción de adoquines de concreto hidráulico
- Extracción de corazón en roca y ensaye a compresión
- Determinación de la resistencia a compresión y absorción de block

ENSAYES DE MECÁNICA DE SUELOS

- Obtención de muestras inalteradas
- Obtención de muestras alteradas
- Determinación de peso volumétrico del lugar
- Determinación de las pruebas índice en suelos
- Densidad de sólidos
- Determinación de la compresión simple
- Determinación de prueba triaxial
- Determinación de prueba triaxial, tipo C.U. (Consolidada no drenada)
- Determinación de la consolidación
- Estudios de Mecánica de Suelos (determinación de capacidad de carga y diseño de la cimentación)

INGENIERÍA AMBIENTAL

- Análisis físico-químico de agua potable y agua residual
- Análisis físico-químico y bacteriológico de agua potable y agua residual
- Análisis físico-químico de agua para concreto hidráulico



Informes

Laboratorio Integral de la Facultad de Ingeniería
Edificio 108-A. Ciudad Universitaria
(222) 229 55 00 ext. 7620
labointegral@outlook.com

Se tiene participación en la Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional (AMECIDER) y el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE).

El Dr. Oscar Sánchez es miembro del Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA)

La Dra. Margarita Teutli participa en el Cuerpo Académico No. 115 de Arquitectura BUAP, C.A 210 Arquitectura BUAP, C.A. 75 Universidad Autónoma de Tamaulipas, y con la Universidad de Colombia CEPREVE (Centro de estudios para la prevención de desastres).

PROYECTOS DE IMPACTO SOCIAL

La Facultad de Ingeniería ha participado en dos proyectos de impacto social, a saber:

Revista Vehicular con la Secretaría de Transporte del Estado de Puebla, en la que se atendieron a cerca de 34,000 vehículos de servicio público, incluyendo taxis y rutas urbanas y foráneas.

Convenio de Supervisión de Obras Carreteras en los Estados de Veracruz y Oaxaca, en el que se supervisaron 768 Km de carreteras construidas por empresas privadas para beneficio de los municipios.

GESTIÓN

PLANEACIÓN

SEGUIMIENTO PIFI Y OTROS FONDOS

Los recursos de PIFI han sido aplicados para impulsar la participación de nuestros egresados en la presentación del Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL) del CENEVAL, permitiéndonos apoyar a estudiantes de las tres carreras para las que existe esta opción, que son Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y Eléctrica e Ingeniería Industrial. Con estos recursos se apoyó al Laboratorio integral en parte de los materiales y reactivos que se ocupan en las diferentes especialidades así como equipo especializado para Corte Directo T665, equipo analizador de energía portátil PQA824, apoyo de equipo de cómputo, video proyectores para salones, entre otros. Otro de los rubros apoyados con recursos PIFI son transporte y viáticos para congresos a los que asistieron estudiantes y docentes con ponencias. Se apoyó también a estudiantes que realizaron su Servicio Social y Práctica Profesional fuera del Estado de Puebla. Se apoyó la impresión de la Revista "Ingeniería y Tecnología".

MEJORAS EN PROCESOS ESCOLARES

Como un mecanismo de mejora en los procesos escolares se redactó y puso en operación el Manual de Reinscripciones de la Facultad de Ingeniería, en el cual se establecen claramente las funciones de las diferentes instancias que participan en el proceso y los tiempos para cumplir con cada una de las actividades involucradas. Dentro de los elementos primordiales que se incluyeron en este manual se encuentran las Comisiones de Proyecciones y de Consolidación, formadas por Consejeros Académicos alumnos que participan activamente para llevar a cabo este proceso. Con ayuda de estas dos comisiones se han atendido 332 solicitudes de proyección en Primavera 2013, 316 en Verano 2013, 489 solicitudes en Otoño 2013 y 300 solicitudes en Primavera 2014.

CONCLUSIÓN

La Facultad se encuentra en movimiento, cotidianamente se tienen presentes nuestra misión y nuestra visión. Cada una de las áreas es consciente de la importancia de su labor en beneficio de la Facultad y de la Institución.

AVANCES

Nuestros docentes y personal administrativo atienden a una gran cantidad de estudiantes en actividades que se realizan durante catorce horas diarias. La proporción entre estudiantes y docentes es elevada, sin embargo, cada uno de nuestros profesores se esfuerza para atender las necesidades de sus estudiantes realizando labores de enseñanza, tutoría, asesoría, investigación y acompañamiento.

La generación de nuevos espacios de aprendizaje ha sido uno de los elementos característicos de esta gestión.

El impulso a actividades que refuercen la formación integral de los estudiantes nos ha llevado a interactuar con el sector público y privado, así como con la sociedad en general.

Buscamos la innovación en aras de la eficiencia, implementando tecnologías que permitan el desarrollo sustentable de la Facultad.

Damos mantenimiento oportuno a las instalaciones atendiendo las necesidades de una comunidad que rebasa los 4300 usuarios diariamente.

RETOS

Se tiene pendiente la gestión que permita incrementar el número y nivel de las plazas para nuestros docentes, así como la incorporación a la nómina institucional del personal que actualmente no está en ella, de tal manera que se alcancen los indicadores de los organismos acreditadores.

Tenemos como reto la incorporación al PNPC del CONACYT del programa de la Maestría en Ingeniería, para lo cual se buscará impulsar la solución de problemas de la industria mediante trabajos de titulación de los egresados.

Se encuentra pendiente la revisión y actualización de los planes de estudio de los seis programas de licenciatura, para lo cual se cuenta con la disposición de los coordinadores y docentes, quienes se encuentran a la espera de las indicaciones de la Vicerrectoría de Docencia para llevar a cabo esta labor.

MENSAJE FINAL

Es momento de reiterar nuestro agradecimiento, en primer lugar al Mtro. José Alfonso Esparza Ortiz, de quien sabemos que desearía que el día tuviera más de 24 horas para poder estar en la infinidad de eventos a los que es invitado, algunos de los cuales han sido aquí mismo...Mirando en retrospectiva nos sentimos complacidos de que el trabajo de todo este equipo rinda frutos. Vemos al futuro con optimismo ya que el posicionamiento de nuestra universidad y de la Facultad, está siendo acompañado por las autoridades centrales encabezadas por el C. Rector y confiamos en que este acompañamiento continuará en beneficio de nuestros estudiantes y trabajadores todos, a fin de que nuestra misión y visión se hagan tangibles y así poder decir con orgullo que estamos:

¡PROYECTANDO EL INGENIO!

M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo

2 de abril de 2014



Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Convocatoria 2015
maestrías

A Ingenieros, Arquitectos y Profesionistas de áreas afines, interesados en cursar

Maestría en Ingeniería:

con opción terminal en:

y Maestría en

▶ Ambiental

▶ Construcción

▶ Estructuras

▶ Geotecnia

▶ Sistemas Eléctricos de Potencia

▶ Tránsito y Transporte

▶ Valuación

Calendario de Actividades

Costo

CONCEPTO	NACIONALES	EXTRANJEROS
Curso propedéutico	\$ 3,500.00770 USD

Publicación Convocatoria	2 de Junio de 2014
Entrevistas* e inscripción al curso propedéutico	9 de junio al 11 de julio y del 4 de agosto al 30 de septiembre de 2014
Curso propedéutico	3 de octubre al 29 de noviembre de 2014
Duración de curso propedéutico	80 horas.
Publicación de aceptados	8 de diciembre de 2014
Examen de Inglés Técnico	13 de diciembre de 2014 a las 12:00 hrs.
Inscripción a la maestría	8 de diciembre de 2014 al 8 de enero de 2015.
Inicio de clases de la maestría	9 de enero de 2015.

* Para entrevistas deberá agendar su cita vía telefónica.

Requisitos

El curso se llevará a cabo los Viernes de 17:00 a 21:00 hrs. y Sábados de 8:00 a 14:00 hrs. Los aspirantes a inscribirse al curso propedéutico y que ya se hayan entrevistado con el coordinador de la maestría de su interés, deben acudir a la Secretaría de Investigación y Estudios de posgrado ubicada en el edificio 180B planta alta, del 9 de junio al 11 de julio de Lunes a Viernes de 9:00 a 15:00 hrs. para entregar la siguiente documentación:

- Formato de admisión que deberá solicitar al correo posgradoicv@yahoo.com.mx.
- **Título profesional***.
- **Cédula profesional***.
- **Acta de nacimiento***.
- Certificado de calificaciones de Licenciatura (promedio mínimo de 8.0), si no aparece su promedio general, es necesario una constancia de promedio del programa de licenciatura.
- Curriculum vitae resumido (una cuartilla).
- CURP.
- 2 fotografías tamaño infantil blanco y negro.
- Cursar y aprobar con calificación mínima de 8.0 las materias del curso propedéutico.
- Alumnos extranjeros (documentos apostillados o legalizados en la embajada de su país).
- Pago de derechos (imprimir su ficha bancaria en la página www.ingenieria.buap.mx - sistema de pagos referenciados).

* copia notarial en tamaño carta de buena calidad

Informes:

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería,
Edificio 108 B, planta alta, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue.
Teléfonos: (222) 229-5500 ext. 7618, * Correo electrónico: posgradoicv@yahoo.com.mx

www.ingenieria.buap.mx

Ingeniería y Tecnología

Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

La invitación se apertura a todos los documentos que pueden ser reportados para publicación mediante, ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN, ARTÍCULOS DE REVISIÓN, ARTÍCULOS DE BUENAS PRÁCTICAS, INFORMES TÉCNICOS, COMUNICACIONES CORTAS y DE PROSPECTIVA, que se realizan en el idioma español o inglés. Los trabajos deben ser originales e inéditos y no deben estar bajo consideración en otra revista para su publicación. El autor es el único responsable del contenido y de las afirmaciones sostenidas en su artículo. Los comentarios, observaciones y la respuesta relativa a una consideración de peso o fe de erratas, sobre algún trabajo serán notificadas a los interesados vía correo electrónico.

Requisitos, Plantilla y Estructura del trabajo

- Los documentos originales se remitirán preferentemente por correo electrónico a posgrado.fi.buap@gmail.com. En su defecto serán entregados directamente al editor responsable en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería BUAP.
- El formato del artículo propuesto es una plantilla general dividida en; título, datos del autor y adscripción, resumen (español e inglés), palabras clave, introducción, metodología, desarrollo, conclusiones o discusión y bibliografía.
- Evitar el uso excesivo de un lenguaje altamente especializado y el abuso en la utilización de funciones matemáticas, imágenes o gráficas, en beneficio de una más fácil comprensión de las ideas expuestas, el documento debe ser más orientado a la difusión del conocimiento y de los procesos, así como al impacto obtenido.

Los artículos pueden ser redactados en castellano o inglés (para autores extranjeros), se dará prioridad de publicación a los que están en ambos idiomas. Sus requisitos son los siguientes:

- El trabajo se debe acompañar de una Carta o E-mail de presentación donde el autor solicita la consideración de publicación de su trabajo indicando:
 - Que es un trabajo original no publicado en otros medios o revistas.
 - Que el artículo no ha sido enviado simultáneamente a otros medios o revistas.
 - Claridad en tres apartados: Cuál es la aportación original que el trabajo presenta, por qué se ha llevado a cabo y cuáles son los resultados reales obtenidos.
 - Confirmación de la autoría de todos los investigadores que figuran en el artículo y su contribución intelectual al mismo.
 - Que todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito remitido.
 - Que en el caso de aceptación para su publicación, los autores ceden los derechos a la publicación, sin cuyo permiso expreso no podrá reproducirse ninguno de los materiales publicados.

- Se sugiere y dará prioridad de respuesta a los autores que deseen recomendar a tres expertos en el área temática de su artículo, como posibles evaluadores, podrán hacerlo en esta carta de presentación indicando sus datos de contacto: nombres, e-mail, teléfono y lugar de adscripción.

Es recomendable (con la finalidad de facilitar el proceso de "Revisión entre pares"), que el autor asigne el código de área, disciplina, subdisciplina (6 dígitos) correspondiente a la temática del artículo (en concordancia con CONACyT). Las extensiones para el envío de artículos pueden ser .doc, .docx, (msword), .rtf, o .txt.

Cabecera:

- Título del artículo: (en castellano e inglés): el título será breve y conciso con una longitud máxima de 15 palabras. Si es necesario se puede añadir a continuación un subtítulo separado por un punto. Evitar el uso de expresiones vacías, símbolos, fórmulas, abreviaturas o acrónimos.
- Nombre y dos apellidos de cada uno de los autores. Se acompañará al final de la bibliografía un breve currículum y fotografía del autor (si éste así lo desea).
- Nombrar el centro de adscripción de cada uno de los autores, el cual tendrá su referencia debajo del nombre del autor.
- E-mail y número de teléfono.
- El Resumen (español e inglés) del trabajo será de una extensión máxima de 250 palabras. Se describirá de forma concisa, el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Palabras clave (español e inglés): Debajo del resumen se especificarán de 3 a 5 palabras clave o frases cortas que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en los repertorios y bases de datos nacionales e internacionales.

Texto del artículo:

- El artículo tendrá una extensión máxima de 6,000 palabras (en casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de la RITFIBUAP una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo de Redacción).
- Todas las siglas mencionadas deberán ser aclaradas en su significado.
- Se utilizarán números arábigos para la paginación y para la numeración de los apartados y sub-apartados del artículo.
- La utilización de simbología y unidades de medida seguirán la normativa del Sistema Internacional (SI).

Imágenes, figuras y gráficas

Se recomienda para imágenes, gráficas y fotografías una calidad mínima de 300 ppi; se deben adjuntar por separado en un archivo anexo, agregando en ambos documentos la referencia correspondiente (ej: Figura 1, Imagen1, Fotografía 1, etc.). Los dibujos de líneas deben tener una resolución mínima de 800 dpi (preferiblemente 1200 dpi).

Referencias bibliográficas

Estas se adaptarán de acuerdo al formato de referencias Harvard o IEEE, ejemplo:

[1] Alaniz-Álvarez (2003). La Revista Mexicana de Ciencias Geológicas a través de los índices de impacto del Institute for Scientific Information. Boletín De La Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LVI, Núm. 1, 2003, P. 87-98.

DIRECTORIO COORDINADORES Y JEFES DE ÁREAS

**C.P. ALEJANDRA
GONZÁLEZ PÉREZ**
JEFA DE DEPARTAMENTO DE
CONTABILIDAD Y PLANEACIÓN FINANCIERA
+52 (222) 229-5500 * 7614
cp_lexa@hotmail.com



**M.I. RUTH
FLORES SALAZAR**
JEFA DE
LABORATORIO INTEGRAL
+52 (222) 229-5500 * 7631
labointegral@outlook.com



**LAP. RICARDO
BALDERAS ORTIZ**
JEFE DE
LABORATORIO DE CÓMPUTO
+52 (222) 229-5500 * 7622
ricardo.balderas@correo.buap.mx



**LDF. INGRID
LÓPEZ GUAJARDO**
COORDINADORA DE DEPARTAMENTO
DE DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN
+52 (222) 229-5500 * 7610
comunicate.fi@gmail.com



**L.E.F. JOSÉ RAFAEL
QUÉCHOL LÓPEZ**
COORDINADOR DE
DEPARTAMENTO DEPORTIVO
+52 (222) 229-5500 * 7623
fayokeychol@hotmail.com



**M.E.S. GABRIELA
YAÑEZ PÉREZ**
COORDINADORA DE BECAS Y
DE ESPACIOS DE DESARROLLO
+52 (222) 229-5500 * 7634
pronabesingenieria@hotmail.com



**ING. CARLOS
BUSTOS MOTA**
ESPACIOS DE
DESARROLLO
+52 (222) 229-5500 * 7610
ing.carlosbustos@yahoo.com.mx



**M.I. SILVIA
CONTRERAS BONILLA**
COORDINADORA
DE TUTORES
+52 (222) 229-5500 * 7642
ingsilviacb@hotmail.com



**DRA. PATRICIA
MARTÍNEZ VARA**
COORDINADORA DE
TRONCO COMÚN INGENIERÍA
+52 (222) 229-5500 * 7630
coordinacionbasicasbuap@gmail.com



**M.I. BEATRIZ
GAMBOA FILISOLA**
COORDINADORA DE SERVICIO SOCIAL
Y PRÁCTICAS PROFESIONALES
+52 (222) 229-5500 * 7640
beatriz.gamboa@correo.buap.mx



**M.I. ANA LYDIA
SALAZAR GUERRA**
COORDINADORA DE
EDUCACIÓN CONTINUA
+52 (222) 229-5500 * 7626
ana.salazar@correo.buap.mx



**MTRA. GHISLAINE
ARRIOLA CERVANTES**
COORDINADORA DE
MOVILIDAD ACADÉMICA
+52 (222) 229-5500 * 7637
ghislaine.arriola@correo.buap.mx



**MTRA. LORENA
ROJAS BRUSCHETTA**
COORDINADORA
DE CULTURA
+52 (222) 229-5500 * 7634
lorenarojas61@hotmail.com



**DR. FILIBERTO
CANDIA GARCÍA**
COORDINADOR
DE INVESTIGACIÓN
+52 (222) 229-5500 * 7618
filinc@hotmail.com



“Una sociedad del conocimiento es una sociedad que se nutre de sus diversidades y capacidades” Cada sociedad cuenta con sus propios puntos fuertes en materia de conocimiento. Por consiguiente, es necesario actuar para que los conocimientos de que son ya depositarias las distintas sociedades se articulen con las nuevas formas de elaboración, adquisición y difusión del saber valorizadas por el modelo de la economía del conocimiento... El enfoque basado en el “desarrollo humano” y la “autonomía”, que es un elemento central de la noción de sociedades del conocimiento, debería permitir una mejor puesta en práctica de los derechos universales y las libertades fundamentales, mejorando al mismo tiempo la eficacia de la lucha contra la pobreza y de las políticas de desarrollo (Hacia las Sociedades del Conocimiento UNESCO, 2005)”.

