



Prueba experimental. Viaducto Bicentenario

# GACETA

**DEL INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**

## REPORTAJES DE INTERÉS

La Coordinación de  
Ingeniería Estructural

Laboratorio de la Mesa  
Vibradora del Instituto  
de Ingeniería, UNAM

Metodología para evaluar  
la aceleración inducida  
por el viento en edificios  
altos

Métodos de prueba para  
evaluar el desempeño  
del concreto reforzado  
con fibras en estado  
plástico y endurecido

# EDITORIAL

Este número de la Gaceta del Instituto de Ingeniería está dedicado a la Coordinación de Ingeniería Estructural; como parte de los cambios en el formato de la Gaceta dirigidos a presentar con mayor profundidad el quehacer de cada una de las coordinaciones de nuestro Instituto.

Desde la fundación del Instituto en 1956, esta Coordinación ha tenido como objetivo realizar estudios analíticos y experimentales sobre: 1) desempeño y diseño de estructuras ante acciones estáticas y dinámicas; 2) evaluación de sistemas estructurales; 3) desarrollo y evaluación de métodos de rehabilitación estructural y; 4) seguridad estructural y durabilidad.

En este número se presentan cuatro artículos de interés general, sobre algunas de las actividades desarrolladas en ella, como son: los métodos de prueba para evaluar el desempeño del concreto reforzado con fibras en estado plástico y endurecido; una metodología para evaluar la aceleración inducida por el viento en edificios altos; los avances en el conocimiento del comportamiento de columnas de concreto reforzado; y una descripción de los proyectos realizados en el Laboratorio de la Mesa Vibradora.

Finalmente, el número contiene las secciones tradicionales de la Gaceta: eventos culturales y de interés para la comunidad, las cápsulas ortográficas y de tecnologías de la información, y la relación de los artículos publicados por el personal del Instituto.

**Fernando Peña Mondragón**  
Coordinador de Ingeniería Estructural

## UNAM

Rector  
Dr. Enrique Graue Wiechers

Secretario General  
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario Administrativo  
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

Secretario de Desarrollo Institucional  
Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria  
Dr. César Iván Astudillo Reyes

Abogada General  
Dra. Mónica González Contró

Coordinador de la Investigación Científica  
Dr. William Lee Alardín

Director General de Comunicación Social  
Mtro. Néstor Martínez Cristo

## IIUNAM

Director  
Dr. Luis A. Álvarez Icaza Longoria

Secretaria Académica  
Dra. Rosa María Ramírez Zamora

Subdirector de Estructuras y Geotecnia  
Dr. Manuel Jesús Mendoza López

Subdirector de Hidráulica y Ambiental  
Mtro. Alejandro Sánchez Huerta

Subdirector de Electromecánica  
Dr. Ramón Gutiérrez Castrejón

Subdirector de Unidades Académicas Foráneas  
Dr. Germán Buitrón Méndez

Secretario Administrativo  
Lic. Salvador Barba Echavarría

Secretario Técnico  
Arq. Aurelio López Espíndola

Secretario de Telecomunicaciones e Informática  
Ing. Marco Ambríz Maguey

Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación  
Lic. Israel Chávez Reséndiz

## GACETA DEL IIUNAM

Editor responsable  
Lic. Israel Chávez Reséndiz

Reportera  
Lic. Verónica Benítez Escudero

Fotografías  
Archivo Fotográfico del IIUNAM  
Lic. Pablo Fernando Ramírez Alcázar  
Lic. Verónica Benítez Escudero

Fotografía de portada  
*Prueba experimental. Viaducto Bicentenario*  
Archivo de la Coordinación de Ingeniería Estructural

Diseño  
Sandra Lozano Bolaños

Colaboradores  
Ma. de los Ángeles Negrete Orozco  
Jaqueline Segura Bautista  
Orlando Daniel Durán Rodríguez

Corrección de estilo  
Gabriel Sánchez Domínguez

Impresión  
Navegantes S.A. de C.V.

Distribución  
Guadalupe De Gante Ramírez

## GACETA DEL IIUNAM

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual este muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 10 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2014 070409264300 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, México, DF, tel. 5623 3615.



## LA COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL

La Coordinación de Ingeniería Estructural (CIE) forma parte de la Subdirección de Estructuras y Geotecnia. Se encuentra ubicada en los edificios 2, 3 y 9 del Instituto de Ingeniería UNAM y en el basamento norte de la Torre de Ingeniería.

Se creó en agosto de 2015 mediante la fusión de las antiguas coordinaciones de Estructuras y Materiales (creada desde los inicios del Instituto en 1956) y la de Mecánica Aplicada (creada en 1986); debido a que el trabajo de esas coordinaciones era similar y complementario en cuanto a los proyectos y servicios que ofrecían a los patrocinadores.

La visión de la coordinación es “ser el Grupo Académico en Ingeniería Estructural referente en México y el mundo, con una fuerte vinculación con la sociedad, con el sector público y privado, y con las instituciones de investigación en México y el mundo”.

Así, la misión de la Coordinación es “contribuir como grupo académico al desarrollo y a la innovación de la Ingeniería Estructural a través de la investigación, desarrollo e innovación tecnológica, proyectos prácticos y formación de recursos humanos altamente competitivos para beneficio de la sociedad”.

La Coordinación está integrada por 19 investigadores, 8 técnicos académicos, 7 administrativos y cerca de 90 becarios. Así mismo, la Coordinación tiene a su cargo tres laboratorios:

el de Estructuras y Materiales, la Mesa Vibradora y el Túnel de Viento. Adicionalmente, a través de un convenio de colaboración entre la UNAM y la Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México (FiiDEM), el Instituto de Ingeniería UNAM tiene a cargo la dirección técnica y de investigación del Laboratorio Túnel de Viento FiiDEM-UNAM.

El Laboratorio de Estructuras y Materiales (LEM) fue creado en 1957 y es uno de los más importantes de México, al contar con un alto reconocimiento nacional. Se ubica en el edificio 3 del Instituto de Ingeniería UNAM. En este Laboratorio se pueden desarrollar pruebas de estructuras a diferentes escalas en losa de ensaye y muro de reacción, pruebas de campo y pruebas de materiales de construcción. Se encuentra dividido en tres secciones: i) Sección de Materiales destinada al estudio de materiales de construcción, ii) Sección de Estructuras destinada al ensaye de prototipos de estructuras y elementos estructurales de gran dimensión, y iii) Sección de Pruebas de Campo que cuenta con equipos, instrumentos y sensores necesarios para realizar pruebas de campo, bajo cargas dinámicas y estáticas, en estructuras existentes como puentes y edificios.

El Laboratorio de la Mesa Vibradora se aloja en el edificio 9, ubicado dentro del Jardín Botánico de la UNAM. Tiene



como objetivo realizar ensayos dinámicos para observar el comportamiento de las estructuras, y evaluar y validar el comportamiento del equipo mecánico, eléctrico, electrónico y de comunicaciones cuando se somete a simulaciones físicas producidas por una representación de movimientos sísmicos.

El Túnel de Viento fue creado en 1963 y realiza investigación sobre la acción del viento en estructuras. Se encuentra ubicado en el Basamento Norte de la Torre de Ingeniería. Se integra por un túnel de viento con sección de pruebas de 0.80 x 1.20 m y longitud de 2.40 m, donde se producen velocidades de hasta 150 km/h.

Las líneas de investigación que se desarrollan en la Coordinación son:

- Ingeniería sísmica.
- Ingeniería de viento.
- Ingeniería de puentes.
- Ingeniería de túneles y estructuras enterradas.
- Estructuras de concreto.
- Estructuras de mampostería.
- Estructuras históricas.
- Elaboración, revisión y actualización de normas y manuales para diseño y construcción.
- Tecnología de materiales de construcción.
- Nuevas formas estructurales.
- Salud estructural.
- Resiliencia y sustentabilidad de la infraestructura.
- Rehabilitación y refuerzo de estructuras.
- Modelado matemático y computacional de sistemas.
- Comportamiento de contenidos y componentes no estructurales.
- Confiabilidad y optimización del diseño estructural.

En México, la investigación experimental de estructuras se ha realizado históricamente en el IIUNAM. El estudio de las estructuras, tanto en laboratorio como en campo, ha esclarecido diversos aspectos de su comportamiento real. Esto ha sido fundamental para establecer los procedimientos de análisis y diseños vigentes, así como para validar novedosos sistemas constructivos. Los procedimientos de ensayo del IIUNAM han sido una referencia para el resto del país y de otros países, particularmente en Latinoamérica.

El prestigio que ha obtenido por la calidad de su trabajo permite que la Coordinación reciba patrocinio de instituciones públicas y privadas, entre las que se distinguen: CONACYT, GDF, SCT, CFE, IMP, CONAGUA, ICA, CONACULTA, CEMEX, CENAPRED, PEMEX, DGAPA de la UNAM, INFONAVIT, Comunidad Económica Europea y las Universidades de California en Berkeley y San Diego.

Las grandes obras de infraestructura del país cuentan con la participación de los miembros de la Coordinación, entre las que destacan: Vías elevadas de la Ciudad de México y del Estado de México, Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México, Puente Coatzacoalcos I, Catedral Metropolitana de la Ciudad de México y el Túnel Emisor Oriente (TEO).

La Coordinación participa activamente con el Posgrado en Ingeniería de la UNAM, en los campos de conocimiento de Estructuras y de Construcción. Con esta participación se logran generar recursos humanos de alto nivel, incorporándolos a los diferentes proyectos de investigación que se desarrollan en la Coordinación. |

**Fernando Peña Mondragón**  
Coordinador de Ingeniería Estructural

## LABORATORIO DE LA MESA VIBRADORA DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

Para tener mejor comprensión del comportamiento de las estructuras cuando son sometidas a movimientos reales en su base se requiere no sólo de las pruebas monótonas o pseudodinámicas cíclicas reversibles, también es necesario hacer ensayos en la Mesa Vibradora. Si bien es cierto que las pruebas monótonas o pseudodinámicas cíclicas reversibles son importantes porque nos dan información valiosa, también es cierto que estos datos son reforzados gracias a la mesa vibradora, pues proporcionan la respuesta real de una estructura a un movimiento.

Las ventajas que ofrecen las mesa vibradoras son reconocidas, un ejemplo son las normas de equipo eléctrico, pues establecen que, además de las pruebas estáticas, el buen comportamiento de los equipos debe ser corroborado con pruebas dinámicas en Mesa Vibradora.<sup>1</sup> La primera Mesa Vibradora de la entonces coordinación de Estructuras y Materiales, hoy de Ingeniería Estructural del IIUNAM, tenía múltiples problemas además de las limitaciones de los desplazamientos máximos, por ello, se pensó en sustituirla por otro sistema más simple que consistía en una plataforma guiada sobre ejes de acero. Sin embargo, simultáneamente la empresa Kajima Corporation, que es una de las empresas de construcción y consultoría más grandes de Japón, decidió solicitar candidatos para la donación de su antigua mesa. Después del proceso de selección, en el que participaron las mejores universidades del mundo, y con base en la experiencia en el manejo de mesas vibradoras, al contar ya con el edificio que albergaría la nueva mesa, etc, la empresa Kajima Corporation decidió donar su antigua mesa al IIUNAM que incluyó la plataforma, unidades de potencia hidráulica, actuadores, mangueras, tuberías y servicios múltiples. El costo del sistema donado fue de dos millones de dólares americanos.<sup>2 y 3</sup>

Actualmente la Mesa Vibradora del IIUNAM, es uno de los sistemas simuladores de sismos más grandes y modernos del continente americano. El nuevo sistema fue inaugurado en 1997 y contempló objetivos muy específicos como la investigación y desarrollo tecnológico, formación de recursos

humanos, vinculación con la industria y la práctica profesional, así como la certificación de equipo (fig 1).

La Mesa Vibradora del IIUNAM se caracteriza por ser de tipo biaxial, con cinco grados de libertad controlados, desplazamientos horizontal y vertical, y tres giros. El peso máximo de los modelos que se pueden ensayar es de 20 t. Las aceleraciones máximas, en las direcciones horizontal y vertical con un modelo de 20 t de peso, equivalen a una vez la aceleración de la gravedad. Para la mesa sin espécimen, las aceleraciones máximas en las direcciones horizontal y vertical son 3.5 y 6 veces la gravedad, respectivamente. El intervalo de frecuencias de movimiento del sistema es de 0.1 a 50 Hz.

Durante el tiempo en que ha estado operando se han llevado a cabo numerosos ensayos de modelos tanto para investigadores del Instituto como para empresas externas a la UNAM. Dentro de estas últimas, han destacado los ensayos a equipo eléctrico como transformadores para las empresas CFE, Artech Transformadores y Tecnología S.A. de C.V. y, recientemente al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) por solicitud de la Núcleo Eléctrica Laguna Verde.

Últimos ensayos que se han realizado en el laboratorio son:

1. Ensayo de dos modelos prefabricados de concreto reforzado con y sin disipadores tipo CRP, donde el objetivo de las pruebas fue cuantificar los efectos de los contraventeos restringidos al pandeo (CRP) en edificios, ya que se ha observado que estos dispositivos son muy efectivos para disipar grandes cantidades de energía mediante ciclos estables y simétricos de histéresis (fig 2).

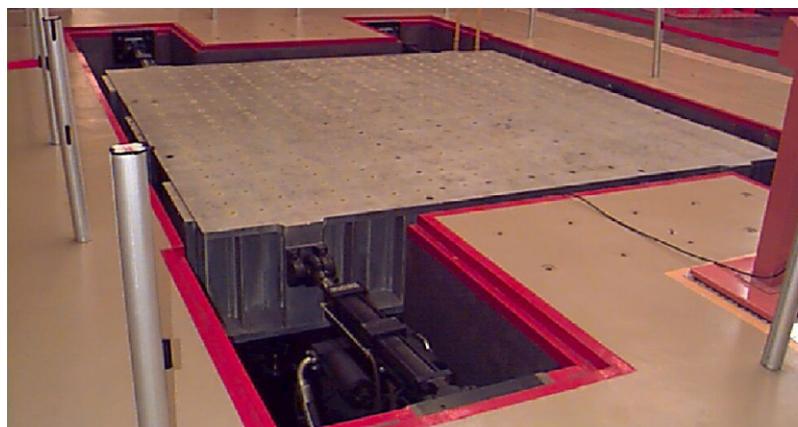


Figura 1. La nueva Mesa Vibradora del IIUNAM.

2. Ensayo de dos modelos de tres niveles de mampostería confinada con refuerzo horizontal (fig 3).
3. Ensayo de un templo colonial (fig 4).
4. Ensayo de relevadores con aplicación nuclear.
5. Se tienen programados algunos otros ensayos para el resto del año en curso y se puede mencionar uno relacionado con la torre de control del nuevo aeropuerto

de la Ciudad de México y el ensayo de paneles solares.

Para cada modelo existen objetivos específicos y cualquier duda e inquietud se puede consultar con los responsables de los proyectos. Sin embargo, se puede decir que el objetivo en común es mejorar el diseño sismo-resistente comprendiendo mejor el comportamiento de las estructuras y de esta forma contar con diseños más racionales y confiables. |



Figura 2. Modelo con contraventeo



Figura 3. Modelo de mampostería.



Figura 4. Modelo del Templo

<sup>1</sup> Murià Vila, D, Mendoza, M A, Alcocer, S, Taborda, R y Pérez R, 2002 "Prietas de Mesa Vibradora a un interruptor eléctrico con un dispositivo antisísmico" Proyecto 3523, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

<sup>2</sup> Murià Vila, D y Alcocer, S, 1994. "Modificaciones y equipamiento del Laboratorio de Dinámica". Proyecto 4538, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

<sup>3</sup> Alcocer, S y Elías, J J, 1997. "La nueva Mesa Vibradora del Instituto de Ingeniería de la UNAM", en Memorias del XII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Veracruz. P. 615-624. México.

## METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA ACELERACIÓN INDUCIDA POR EL VIENTO EN EDIFICIOS ALTOS

ADRIÁN POZOS ESTRADA  
Y ADRIÁN LÓPEZ IBARRA

Debido a su flexibilidad y bajo amortiguamiento estructural, los edificios altos pueden presentar aceleraciones excesivas inducidas por el viento. Algunos códigos o normas que incluyen curvas de percepción de aceleración son: NBCC (2005), AIJ (2004) e ISO10137 (2007). En México, el Manual de Obras Civiles para el Diseño por Viento (MOCDV, 2008) también propone el empleo de dos límites de percepción de aceleración. También, la Norma Técnica Complementaria para Diseño por Viento (NTCDV, 2004) propone el empleo de una aceleración límite. La comparación de las curvas de percepción de aceleración de estos códigos y normas se presenta en la figura 1.

Se observa en la fig 1 que el nivel de percepción de la aceleración depende de la frecuencia y del uso de la estructura. Los criterios propuestos en estos códigos o normas no incorporan la incertidumbre en la respuesta, las propiedades dinámicas o en las características del viento.

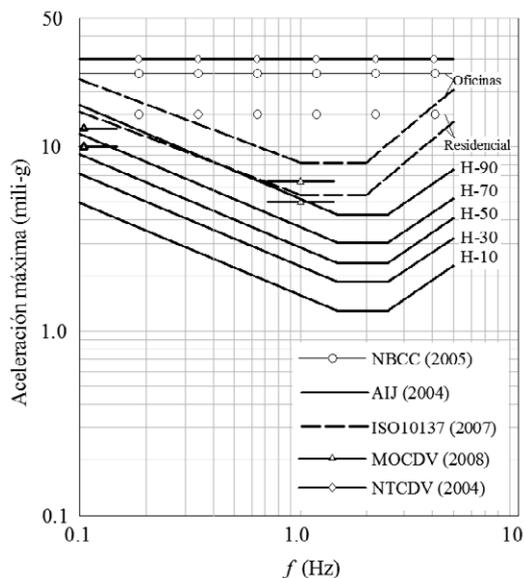


Figura 1. Comparación de curvas de percepción de aceleración

Con la reciente y continua construcción de edificios altos en México, se consideró necesario proponer una metodología para evaluar la aceleración inducida por el viento en este tipo de estructuras, que incluyera la incertidumbre en la respuesta, las propiedades dinámicas y las condiciones del viento en México.

### Metodología

Para la metodología se adoptó la curva de percepción de la ISO10137 (2007) para uso residencial de la estructura, debido a que los valores de aceleración son consistentes con aquellos sugeridos por el MOCDV (2008). Al considerar la incertidumbre en la respuesta, las propiedades dinámicas y las características del viento para México (Pozos-Estrada y López-Ibarra, 2016) y el procedimiento matemático descrito en Pozos-Estrada *et al* (2010), el siguiente factor de aceleración, que fue calibrado de acuerdo a la curva de percepción adoptada, puede ser empleado para la revisión del diseño del edificio:

$$F_{A_i}(P_{fp}, F_c) = \alpha(F_c) \cdot \ln(P_{fp}) + \beta(F_c) \quad (1)$$

donde  $P_{fp}$  es la probabilidad de percepción de aceleración,  $F_c$  es un factor de clima que depende de la ubicación del edificio, y las funciones  $\alpha$  y  $\beta$  se definen como:

$$\alpha(F_c) = -0.135 \cdot \ln(F_c) - 1.69 \quad (2)$$

$$\beta(F_c) = -0.655 \cdot \ln(F_c) - 0.50 \quad (3)$$

El empleo de la ecuación (1), junto con la curva de percepción de la ISO10137 (2007) para uso residencial se describe en el siguiente ejemplo.

### Ejemplo de aplicación

Considere que se desea conocer si es aceptable la aceleración máxima inducida por el viento en un edificio de 100 m de alto, ubicado en la ciudad de México. Para el análisis se realizó un modelo matemático del edificio con un *software* comercial (fig 2). Se realizó un análisis modal para identificar las frecuencias y modos de vibrar de la estructura. Las tres primeras formas modales y sus frecuencias de vibrar se presentan en la fig 3. Historias en el tiempo de fuerzas turbulentas del viento fueron simuladas y aplicadas al modelo en la dirección  $Y$  para determinar la aceleración máxima a la altura del edificio. La fig 4 muestra la historia de aceleraciones en la parte alta del edificio en la dirección  $Y$ .

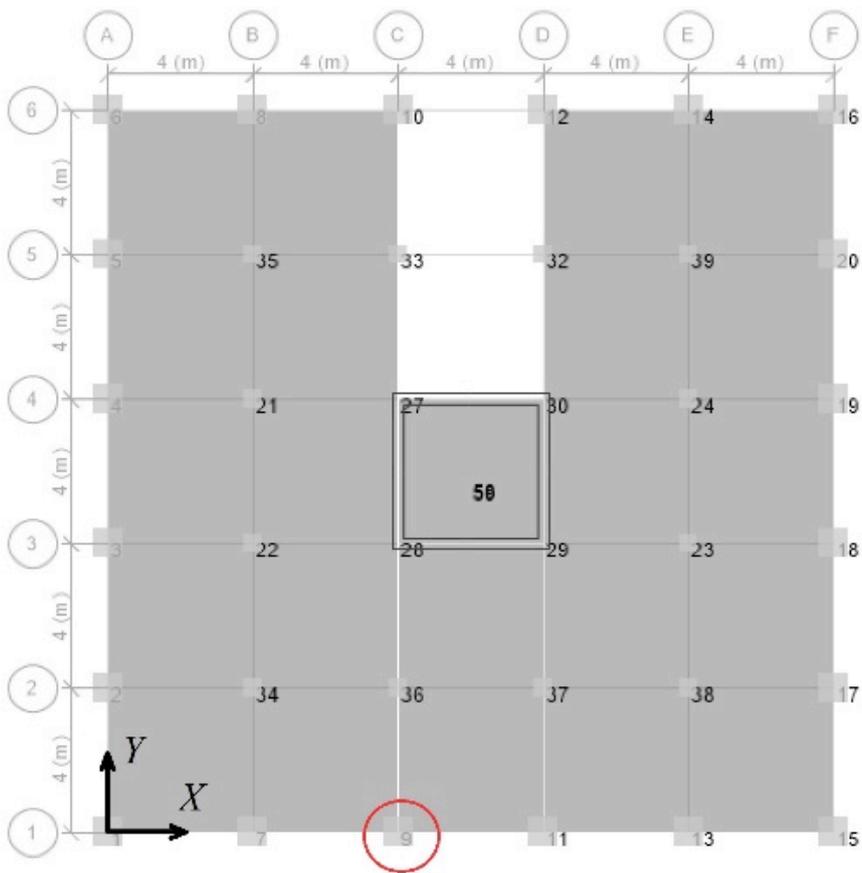


Figura 2. Vistas del modelo matemático (en círculo rojo el punto analizado).

De la fig 4, la aceleración máxima calculada es igual a 5.62 mili-g. Para verificar si esta aceleración es aceptable, el factor de aceleración de la ecuación (1) y la curva de percepción de aceleración de la ISO10137 (2007) para uso residencial se emplean de la siguiente manera:

1) Leer la aceleración máxima de la curva ISO10137 (2007) para una frecuencia igual a 0.33 Hz. Esta aceleración máxima es igual a 9.30 mili-g.

2) Calcular el factor de aceleración, con la ecuación (1). Si la probabilidad de percepción de aceleración ( $P_{fp}$ ) especificada es igual a 0.8 y el factor de clima para la ciudad de México,  $F_c$ , es igual a 0.09 (Pozos-Estrada y López-Ibarra, 2016), el factor de aceleración es igual a 1.38.

3) Factorizar la aceleración máxima identificada en el análisis dinámico (5.62 mili-g), empleando el factor de aceleración calculado (1.38). La aceleración factorizada es igual a 7.76 mili-g (1.38 x 5.62 mili-g).

4) Verificar que la aceleración factorizada (7.76 mili-g) sea menor o igual que la aceleración especificada en la curva de percepción de aceleración empleada (9.30 mili-g). La comparación indica que, en términos de servicio, la aceleración que presenta el edificio es aceptable.

#### Comentarios finales

La metodología propuesta para evaluar la aceleración máxima inducida por el viento en edificios toma en cuenta la incertidumbre asociada con la respuesta máxima, las propiedades dinámicas de la estructura y las características del viento para México. El empleo de esta metodología considera las condiciones del viento en México de forma explícita a través del factor del clima  $F_c$ , así como la probabilidad de percepción de la aceleración ( $P_{fp}$ ).<sup>1</sup>

*Nota: La información aquí presentada es el resultado del proyecto Propuesta de un Estado Límite de Servicio para Edificios Sensibles al Viento en México realizado con apoyo económico del IIUNAM.*

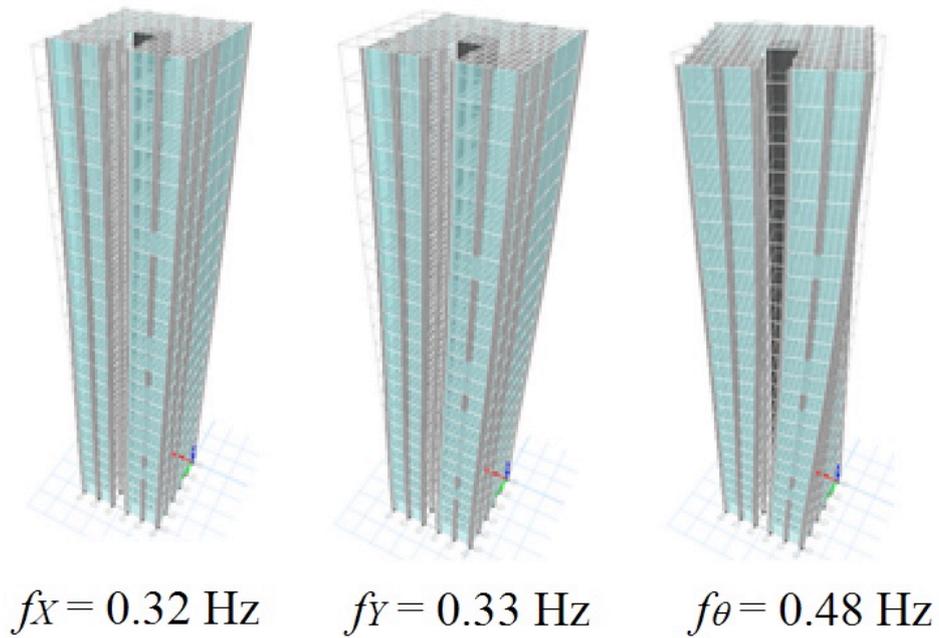


Figura 3. Modos de vibrar de la estructura.

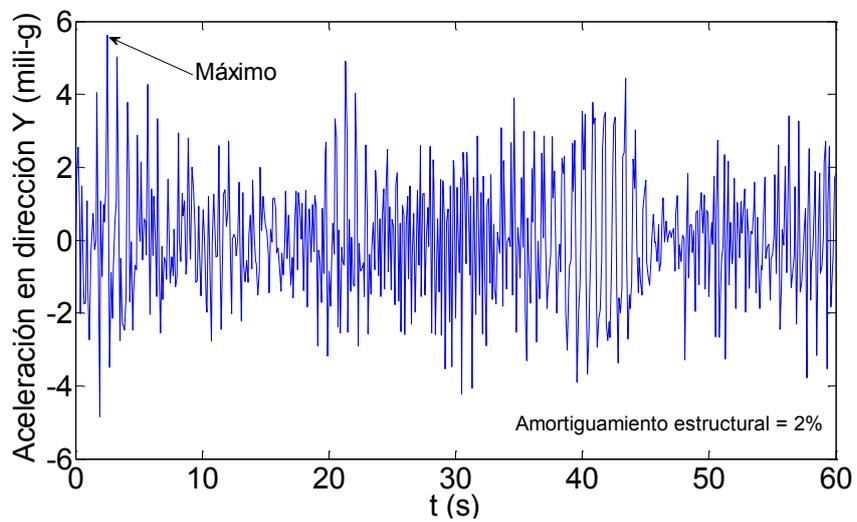


Figura 4. Aceleración en la parte alta del edificio.

Para mayores detalles con respecto a las referencias citadas contactar a Adrián Pozos Estrada (APozosE@iingen.unam.mx).

# MÉTODOS DE PRUEBA PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS EN ESTADO PLÁSTICO Y ENDURECIDO

CARLOS AIRE

Durante los últimos años en la Industria de la Construcción se ha incrementado el uso del concreto reforzado con fibras (CRF) y el de concreto lanzado reforzado con fibras (CLRF) para aplicaciones de elementos y estructuras de concreto armado. Las propiedades del CRF son muy atractivas en pisos industriales y dovelas; y las del CLRF se usan para sostenimiento de túneles, minas, excavaciones y estabilidad de taludes.

En la actualidad el concreto lanzado es una técnica que constituye un gran avance dentro de los procedimientos constructivos ya que convierte la colocación y compactación del concreto en un único proceso. Además con el uso de fibras se requiere de menor espesor en aquellas zonas donde la malla no se ajuste al soporte lo que reduce la operación de colocación y el costo.

Se sabe que la incorporación de fibras beneficia al concreto en lo que se refiere al agrietamiento, tenacidad y resistencia al impacto; evitando que se presenten grandes deformaciones a las que puede estar sometido, por ejemplo en el sostenimiento de túneles y estabilización de taludes.

En lo que se refiere al control de calidad del concreto reforzado con fibras (CRF) existen diferentes métodos de prueba para evaluar el comportamiento a tenacidad; entre estos podemos distinguir dos grupos: los ensayos de viga (ASTM C1609), en los que una viga ( $b$  150 ×  $h$  150 ×  $l$  600 mm) se ensaya unidireccionalmente a flexión; y los ensayos de panel, para evaluar la capacidad de las fibras en las dos direcciones del plano. De los ensayos de panel destacan el ensayo de la norma europea EN14488: la placa de sección cuadrada ( $l$  600 ×  $a$  600 ×  $h$  100 mm); y el ensayo de la norma americana ASTM C1550: la placa de sección circular ( $\phi$  800 ×  $e$  75 mm). En la actualidad, una nueva alternativa para evaluar la tenacidad y resistencia residual del CRF y del CLRF es el

ensayo de la norma española UNE 83515: el ensayo de doble punzonamiento, conocido como Ensayo Barcelona: cilindro ( $h$  150 ×  $\phi$  150 mm).

En respuesta al incremento importante en el uso del concreto con fibras en el sector de la construcción, y dando continuidad a la línea de investigación sobre concreto reforzado con fibras, iniciada hace diez años en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, recientemente se impulsó la implementación de las nuevas técnicas y métodos de ensayo para evaluar y determinar las propiedades en estado plástico y de post-agrietamiento aplicables al CRF y CLRF. Estos estudios se han llevado a cabo en el Laboratorio de Estructuras y Materiales del IIUNAM y han sido patrocinados por esta dependencia. En este documento se detallan aspectos generales de algunos de estos métodos para CRF y CLRF.

## Ensayo de vigas – ASTM C1609

Las pruebas de comportamiento a flexión en vigas se realizan de acuerdo con la norma ASTM C1609 y son para evaluar el comportamiento a flexión del concreto usando parámetros derivados de la curva carga-flecha obtenida para carga a los tercios usando un equipo servohidráulico de lazo cerrado. Mediante la prueba se determina la resistencia máxima calculada en el primer pico de la curva y las resistencias residuales en las flechas especificadas en la norma.

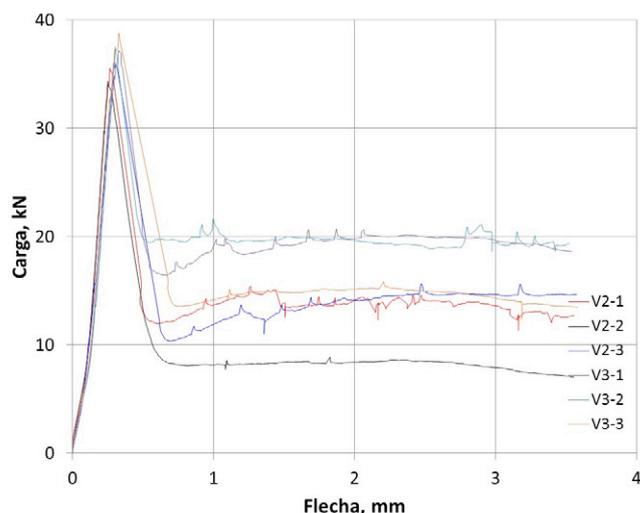
Las vigas se ensayan a flexión con un arreglo de carga a los tercios similar al especificado en la norma ASTM C78, pero incorporando un sistema de prueba servocontrolado y de lazo cerrado. Con los apoyos del dispositivo de carga se asegura que la fuerza aplicada a la viga sea perpendicular a la cara del espécimen sin excentricidad. La altura de la viga ( $d$ ) es  $1/3$  de la longitud de claro ( $L$ ). Las vigas son de 150 × 150 × 600 mm y  $L$  450 mm. La prueba consiste en centrar la viga sobre los apoyos, y sobre este conjunto se coloca el sistema de carga centrado con respecto a la carga por aplicar. Durante la prueba se registra de forma continua la carga y flecha, y posteriormente se obtiene la curva carga-flecha a partir de la cual se determina la resistencia residual para los niveles de flecha especificados en la norma ASTM C1609.

La prueba se realiza en un marco de carga muy rígido con actuador de 500 kN y un sistema de control con lazo cerrado. La velocidad de desplazamiento aplicada es de 0.09 mm/min, conforme lo establece la norma ASTM C1609. La prueba finaliza cuando se alcanza una flecha de  $L/150$  (3 mm).

Para la instrumentación se coloca dos transductores de desplazamiento tipo LVDT de 50 mm de rango, que se coloca



Figura 1. Ensayo a flexión en vigas – ASTM C1609.



al centro del claro de la viga, una en cada cara. La resistencia residual se calcula a las flechas de  $L/600$ ,  $L/300$  y  $L/150$ . La prueba también permite evaluar la tenacidad, en caso de que lo solicite la especificación, para lo cual se emplea el área bajo la curva carga-flecha hasta la flecha especificada ( $L/150$ ). La figura 1 muestra una vista del montaje e instrumentación de la prueba ASTM C1609, y curvas de carga vs flecha de un proyecto de investigación para evaluar el desempeño a tenacidad de concreto reforzado con macrofibras sintéticas solicitadas por una empresa local fabricante de fibras para concreto.

### Ensayo de panel – ASTM C1550

Las pruebas de tenacidad a flexión en panel de sección circular de  $75 \times 800 \phi$  mm, se realizan de acuerdo con la norma ASTM C1550 y permiten caracterizar el comportamiento de flexión del concreto expresado como absorción de energía en el rango de post-agrietamiento.

El panel de ensayo se apoya en los tres pivotes dispuestos simétricamente sobre un anillo circular de acero y se aplica una carga puntual sobre el centro del panel. Durante la prueba se registra la carga y flecha de manera continua y se obtiene la curva carga-flecha a partir del cual se puede obtener la absorción de energía.

La información de la respuesta completa carga-flecha de la prueba de tenacidad en flexión, requiere de un equipo de

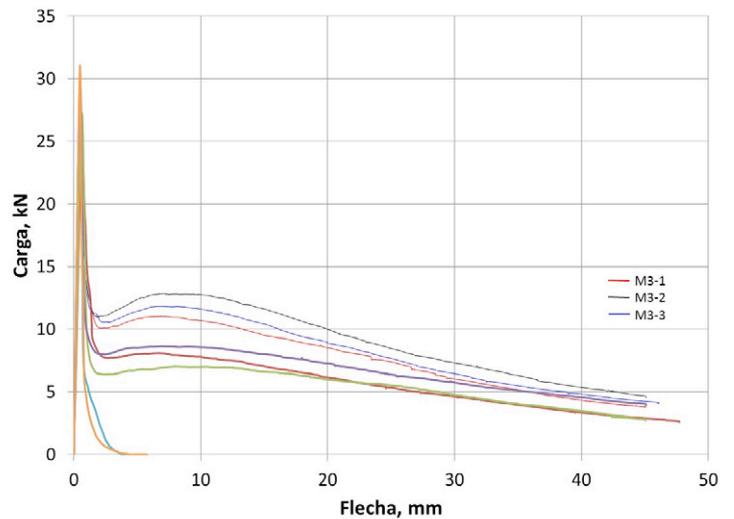
prueba muy rígido y un sistema de control que permita obtener información del post-pico (post-agrietamiento). Para esto se emplea un marco de carga con actuador de 500 kN de capacidad, controlado por un sistema analógico de lazo cerrado que permite controlar el ensayo por desplazamiento. La velocidad de desplazamiento que se aplica es de 4 mm/min, como lo establece la norma. La prueba finaliza cuando se alcanza, como mínimo, una flecha de 40 mm. Para registrar la flecha se coloca un transductor de desplazamiento tipo LVDT de 100 mm de rango, que se coloca al centro del panel. La tenacidad en esta prueba se define a las flechas de 5, 10, 20 ó 40 mm.

De acuerdo con la ASTM C1550, se debe fabricar un mínimo de tres paneles para cada edad de ensayo. Para considerar un ensayo exitoso, la ASTM requiere que el modo de falla del panel debe presentar tres grietas radiales y que al menos dos de los tres paneles deben presentar este modo de falla.

La fig 2 muestra una vista de la configuración de un ensayo típico de panel de acuerdo con el ASTM C1550, además curvas carga vs flecha de paneles sin fibra (M3-1) con dos diferentes dosis de fibra (M3-2 y M3-3), resultados de un estudio solicitado por una empresa fabricante de macrofibras sintéticas, interesadas en evaluar el desempeño post-agrietamiento de sus fibras en el concreto mediante la medición de la absorción de energía, que se calcula como el área bajo la curva carga vs flecha.



Figura 2. Ensayo a flexión en panel – ASTM C1550.



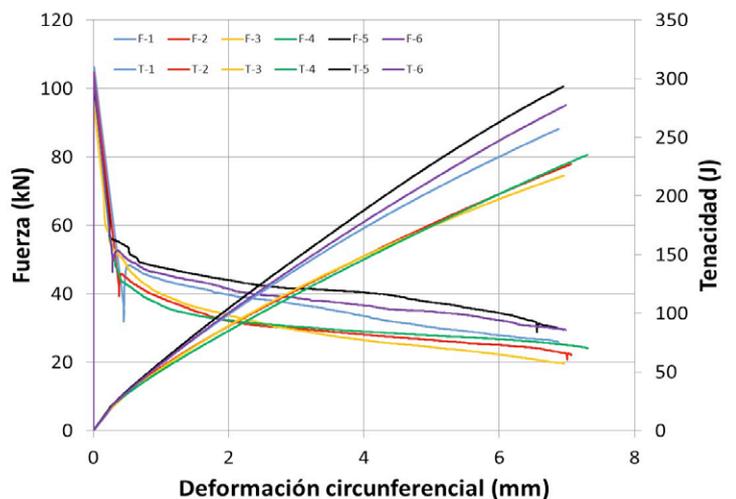
### Ensayo de doble punzonamiento – UNE 83515

El ensayo de doble punzonamiento (DPT), consiste en someter a compresión uniaxial un cilindro de concreto (150  $\phi \times 150$  H, mm) mediante dos discos cilíndricos de acero de 37.5 mm de diámetro y 30 mm de altura dispuestos concéntricamente por encima y por debajo del cilindro de ensayo. La prueba permite determinar la resistencia máxima, residual y absorción de energía del CRF.

El control del ensayo se realiza por posición, y se registra de forma continua la carga aplicada y la abertura circunferencial ( $\Delta\phi$ ) para lo cual se usa una cadena circunferencial con extensómetro. Durante el ensayo se registra de manera continua la carga y abertura circunferencial. La carga se aplica a una velocidad de 0.5 mm/min, lo que hace que sea un ensayo rápido. El ensayo termina cuando se alcanza una abertura mínima de 6 mm, como lo especifica la UNE 83515.



Figura 3. Ensayo de doble punzonamiento – UNE 83515.



Una ventaja de este método es que requiere probetas que se pueden fabricar individualmente (150  $\phi$   $\times$  150 H mm), obtener mediante corte de cilindros convencionales de 150  $\phi$   $\times$  300 H mm o de extracción de testigos de estructuras existentes. Son probetas de peso y volumen pequeño (7 kg, 3 lt), lo que representa una muestra de fácil manejo comparado con otros métodos que emplea vigas (a 150  $\times$  b 150  $\times$  h 600 mm, 32 kg) o paneles [sección circular ( $\phi$  80  $\times$  h 75 mm, 90 kg); o sección cuadrada (l 600  $\times$  a 600  $\times$  h 100 mm, 86 kg)], para caracterizar el CRF.

Los resultados de resistencia a tensión presentan coeficientes de variación (CV) bastante aceptables; del orden de 6 – 8 %. Esto confirma que la variabilidad de los resultados que se obtienen mediante el ensayo DPT es menor que aquellos obtenidos mediante otros métodos tradicionales como el ensayo a flexión de vigas. La repetitividad de los resultados permite consolidar al ensayo DPT como un método de control sistemático para evaluar el comportamiento de CRF. La fig 3 muestra la configuración típica del ensayo DPT y resultados de una amplia campaña experimental desarrollada para implementar el método DPT con el patrocinio del Instituto de Ingeniería.

### Ensayo de agrietamiento por contracción plástica - ACI544.2R

Es un método de prueba referenciado en el ACI544.2R y consiste en un dispositivo que tiene tres anillos circulares con diámetros de 280 y 580 mm interior y exterior respectivamente, 5 mm de espesor y 80 mm de altura, que se colocan sobre una superficie metálica no absorbente de 16 mm de espesor. Todo el conjunto se coloca dentro de una

cámara climática de condiciones constantes de temperatura, humedad y viento. El anillo exterior tiene soldadas sobre su perímetro 12 placas de acero de 30 mm de longitud, 5 mm de espesor y 80 mm de altura, que funcionan como restricciones que sirven para inducir el inicio del agrietamiento.

El espécimen de prueba es un anillo de concreto de 150 mm de ancho y 80 mm de espesor, que es vaciado en el molde en una sola capa y compactado con vibración externa.

La cámara de condiciones ambientales se debe mantener con temperatura de 20°C, humedad relativa de 40% y mantener un flujo de aire constante de 4 m/s sobre la superficie de concreto durante toda la prueba. La prueba dura 6 horas desde que los anillos se introducen en la cámara climática. Durante la prueba se monitorea que se mantenga las condiciones de ambiente en la cámara. Para controlar la temperatura, humedad y viento se usan aparatos comercialmente disponibles en el mercado.

Mediante este método se determina el índice de grieta, que es el valor promedio de los anchos de grieta acumulado de los anillos ensayados. El ancho de grieta acumulado para cada anillo es el promedio de la suma de los anchos de grieta medida a lo largo de dos secciones circulares concéntricas que se traza sobre la superficie superior de cada anillo. Otra variable que se determina es el área de grieta sobre la superficie de concreto. Para ello se divide la longitud de cada grieta en varios tramos y se mide su ancho. El producto del ancho por la longitud de cada tramo es el área agrietada para cada anillo de prueba. La fig 4 muestra un ensayo típico de agrietamiento por contracción plástica y los resultados de un estudio realizado para una empresa de fibras para concreto.

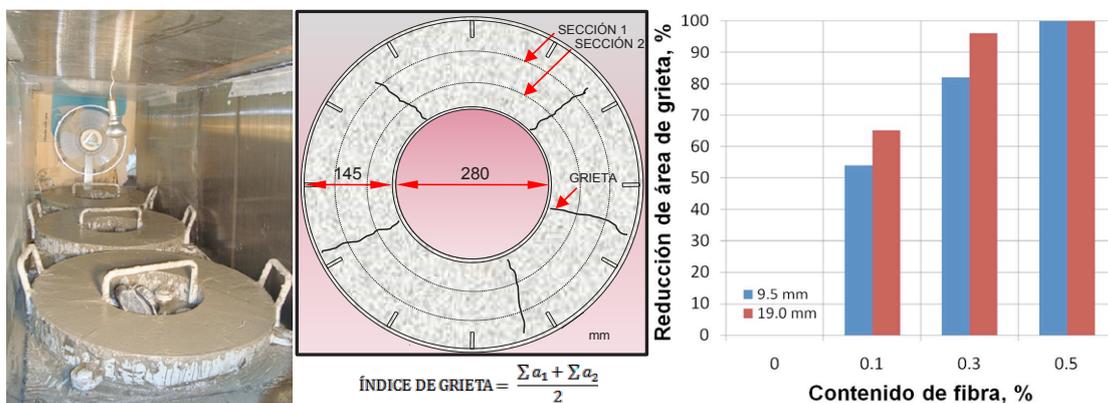


Figura 4. Ensayo de agrietamiento por contracción plástica - ACI544.2R.

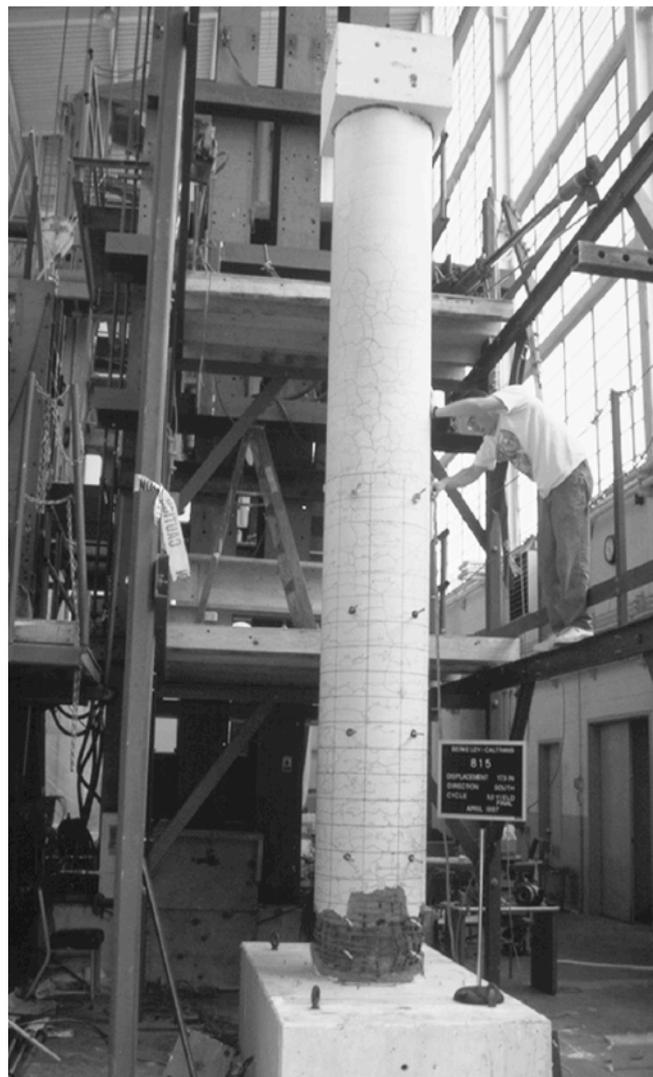
# AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO

MARIO E. RODRÍGUEZ

Terremotos en diferentes partes del mundo, y durante muchos años, han mostrado colapsos en columnas y en las estructuras de las cuales formaban parte. Aun cuando los valores de las acciones en una estructura debido a efectos sísmicos son inciertos, las columnas se deben diseñar y construir de acuerdo con procedimientos especificados por reglamentos de construcción, de preferencia locales, cuando éstos existan. En estos procedimientos es necesario conocer diversas características de las columnas, donde destacan la resistencia y la rigidez lateral.

La rigidez lateral es la relación entre el valor de la carga lateral aplicada y el desplazamiento lateral correspondiente en la columna; es esta rigidez la que interviene en el cómputo de las fuerzas laterales que deben resistir las columnas para las acciones especificadas por las normativas de construcción. A pesar de la relevancia de los valores de rigidez lateral en columnas, éstos son definidos por las normativas de construcción de manera simplista, y en algunos casos con niveles de seguridad estructural insuficiente para acciones de terremotos importantes. En una investigación realizada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en colaboración con el Profesor Jose Restrepo de la Universidad de California, San Diego, se elaboraron procedimientos para conocer la rigidez lateral de columnas de concreto reforzado (CR). Esta investigación, recientemente terminada, ha desarrollado modelos teóricos, respaldados por información experimental de ensayos de columnas de CR llevados a cabo en diversas partes del mundo. Sus resultados permiten conocer valores confiables de la rigidez lateral de las columnas con lo cual podemos saber, con bastante más certeza, el posible comportamiento de estructuras con columnas de CR durante terremotos.

Las columnas de CR son ampliamente empleadas en edificios, puentes, etc y deben ser consideradas como elementos relevantes en estas estructuras. Es muy importante lograr que las columnas tengan un comportamiento aceptable,



Columna de concreto reforzado despues de ensaye en el laboratorio (Lehman D. y Moehle J., University of California Berkeley, Publicacion PEER 1998/01, 2000)

tanto para soportar cargas gravitacionales como acciones de tipo sísmico ya que de esta manera se evita que colapsen.

La descripción de la investigación llevada a cabo se encuentra en una publicación electrónica del Instituto de Ingeniería, Publicación SID697, Instituto de Ingeniería, UNAM, en la página web <https://aplicaciones.iingen.unam.mx/ConsultasSPII/Buscarpublicacion.aspx>.

## EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, PARTICIPA EN EL SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE ENERGÍA 2016

El pasado 17 y 18 de agosto se llevó a cabo el *Simposium Internacional de la Energía 2016* en el Centro Banamex, que tiene como finalidad tratar temas relacionados al desarrollo sustentable del sector energético, ahorro de energía, eficiencia energética y regionalización de la normalización.

El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México participó presentando el modelado y simulación de dispositivos de electrónica de potencia para su aplicación en sistemas eléctricos innovado por el Dr. César Ángeles Camacho, este modelo permite operar el sistema eléctrico para poder manipular las rutas de transmisión donde se desea que fluya la energía eléctrica, permitiendo transmitir mejor la potencia indicada a cada red de energía, con esto ya no es necesario el uso de más plantas eléctricas o líneas de transmisión, lo que resulta favorable para el medioambiente.

Este modelo es utilizado para abastecer de energía toda la Ciudad Universitaria, evitando fallas eléctricas pues se tiene un control de ellas. |



**REDES SOCIALES DEL IIUNAM**

-  <https://www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM>
-  <https://twitter.com/IIUNAM>
-  <https://www.youtube.com/user/IINGENUNAM>
-  <https://www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam>
-  <https://www.instagram.com/iiunam>
-  <https://plus.google.com/102848256908461141106>

# VII SEMINARIO DE INGENIERÍA LINGÜÍSTICA

## LA INGENIERÍA LINGÜÍSTICA EN LA UNAM

9 DE SEPTIEMBRE 2016

09:00

Registro de participantes

09:30

Inauguración

20:00

Clausura

17:50

MESA 4.  
Instituto de Investigaciones Estéticas

11:30

Dr. Ruslan Mitkov  
University of Wolverhampton

17:00

Dr. Ted Pedersen  
University of Minnesota

19:20

Dr. Giovanni Parodi  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

10:00

MESA 1.  
Instituto de Neurobiología

15:30

MESA 3.  
Instituto de Investigaciones Filológicas

13:40

• Exposición de carteles y desarrollos  
• Comida

12:20

MESA 2.  
Centro de Ciencias Genómicas

### MESA 1.

- Dra. María Magdalena Giordano, INB
- Dr. Fernando Barrios, INB
- Dra. Azucena Montes, CENIDET

### MESA 2.

- Dr. Julio Collado, CCG
- Dr. Carlos Méndez, CCG
- Dra. Gemma Bel, GIL-II

### MESA 3.

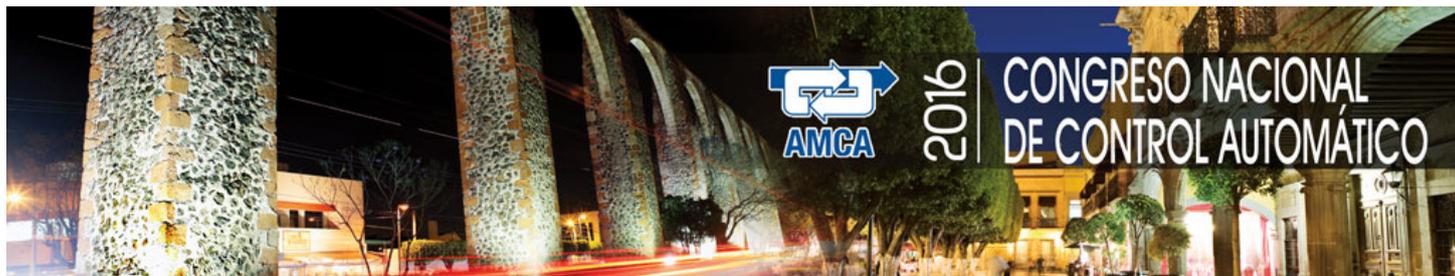
- Mtro. Fernando Rodríguez Guerra, IIF
- Dra. Beatriz Arias /
- Mtro. Antonio Hernández, IIF
- Dr. Jorge Lázaro, GIL-II

### MESA 4.

- Dr. Renato González, IIE
- Dr. Claudio Molina, IIE
- Dr. Gerardo Sierra, GIL-II

AUDITORIO "JOSÉ LUIS SÁNCHEZ BRIBIESCA" DE LA TORRE DE INGENIERÍA, UNAM

[www.corpus.unam.mx/sil](http://www.corpus.unam.mx/sil)



QUERÉTARO, MÉXICO  
28-30 de SEPTIEMBRE, 2016

# ACTIVIDADES EXTRA-ACADÉMICAS EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA

## RADIO BLUES

Como parte de las actividades extra-académicas del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, el pasado jueves 18 de agosto de 2016, se dio cita en el auditorio de la Torre de Ingeniería para presenciar el concierto de la agrupación llamada Radio Blues.

Con Elihú *Barba Azul* en la guitarra, armónica y voz; Edgar Ordoñez en el bajo; Óscar Kogsni en la batería; y Daniel Reséndiz en la guitarra, el concierto dio inicio en punto de las 18:00 hrs.

Originaria de la Ciudad de México, la banda ha realizado un gran esfuerzo para consolidar una propuesta musical que ofrezca baile y diversión. Tomando al blues como punto de partida, han logrado fusionar este género con otros como el swing, funk, rock and roll y jazz manouche, creando así su propio sonido.

Con una presentación de aproximadamente hora y media, Radio Blues dejó en claro la peculiar importancia que le dan al uso de la armónica, pues para este caso, ellos decidieron otorgarle un papel más relevante al convencional.

Entre aplausos y gritos de felicitación, la agrupación tocó los últimos tres temas complaciendo a todos los asistentes. El evento culminó con el agradecimiento del vocalista a nombre de la banda por la invitación, y posteriormente el personal del Instituto otorgó un reconocimiento al grupo.

Actualmente Radio Blues cuenta con tres producciones discográficas independientes y un EP, además, han compuesto temas originales hechos *ex profeso* para armónica.



 /radiobluesmx

 /radiobluesmx

# TESIS GRADUADAS

A partir de este número de la gaceta (agosto-septiembre) se dará continuidad a una sección que dejó de publicarse desde hace más de seis años, respetando el título original de "Tesis graduadas".

Carlos Alberto Carrillo Bueno. **Influencia del deterioro por corrosión en la confiabilidad de edificios de concreto reforzado.** Tesis de Maestría en Ingeniería (Civil - Estructuras). Dirigida por la Dra. Sonia Elda Ruiz Gómez, investigadora de la Coordinación de Ingeniería Estructural. 3 Junio 2016

Edgar Montiel Gutiérrez. **Estabilidad de laderas en embalses evaluación del comportamiento de discontinuidades bajo el llenado del vaso.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Efraín Ovando Shelley. 3 junio 2016

Salvador Antonio Mendoza Morales. **Comportamiento de una cimentación con pilas largas coladas en rellenos granulares al poniente de la Ciudad de México.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Manuel Jesús Mendoza López. 6 Junio 2016.

Alejandra Liliana Espinosa Santiago. **Metodología para el análisis y diseño de sistemas de precarga con drenes verticales para obras en suelo blando.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por la Dra. Norma Patricia López Acosta y el Dr. Juan Félix Rodríguez Rebolledo, del área de geotecnia. 7 de Junio 2016.

Luis Ernesto Pech Lugo. **Estudio paramétrico de los efectos del viento en una tenso-estructura.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Adrián Pozos Estrada. 7 de junio 2016.

Juliana Restrepo Londoño. **Estudio hidrológico y de sedimentos finos para el proyecto hidroeléctrico Las Cruces.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Ramón Domínguez Mora. 8 de junio de 2016.

Cristian Arturo Vintimilla Ulloa. **Análisis mediante modelación tridimensional SSIIM del comportamiento de sedimentos en una presa para la protección de las obras de toma.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Jesús Gracia Sánchez. 14 de junio 2016.

Regina De Caso Aguirre. **Aplicación de una herramienta numérica para la predicción de la evolución de perfil de playa con duna en presencia de vegetación.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Edgar Gerardo Mendoza Balwin. 15 de junio 2016.

Hugo Rubén Briseño García. **Revisión del diseño de espigones para la protección de márgenes en curvas con modelos numéricos 1D y 2.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Jesús Gracia Sánchez, investigador de la Coordinación de Hidráulica. 17 de junio 2016.

Carolina Hincapié López. **Actualización de las avenidas de diseño y de las políticas de operación del sistema de presas del Río Santiago.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Ramón Domínguez Mora, del área de Hidráulica. 22 de junio 2016.

Diego Alejandro González Martín. **Caracterización mecánica de escoria volcánica compactada de la Ciudad de México y sus alrededores.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Manuel J. Mendoza López. 24 de junio 2016.

Miguel Ángel Rodríguez Peña. **Implementación de un sistema de medición fasorial para monitoreo en tiempo real y análisis del sistema eléctrico nacional.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. César Ángeles Camacho. 28 de junio de 2016.

Enrique Fabián Rodríguez Zárate. **Diseño y análisis térmico-hidráulico de una desaladora modular geotérmica de baja entalpia.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Eliseo Martínez Espinosa. 29 de julio 2016.

Alejandra Morán Soto. **Uso de puntal-tensor para análisis y diseño estructural de mampostería confinada.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Juan J. Pérez Gavilán Escalante. 29 de julio 2016.

Yocelín Vilchis Banderas. **Regionalización para generar escurrimientos de diseño en cuencas no aforadas.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Ramón Domínguez Mora. 5 de agosto 2016.

Pablo Roberto Oliva Fonseca. **Observador con convergencia en tiempo fijo para sistemas lineales multivariantes variantes en el tiempo.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Dirigida por el Dr. Jaime A. Moreno Pérez. 15 de agosto 2016.

## ¿BUEN DÍA O BUENOS DÍAS?

El saludo es una práctica social y como tal constituye una de las fórmulas lingüísticas más importantes que existen para interactuar con otras personas. De hecho, para Spitzer<sup>1</sup> los saludos son “excitantes de la atención” destinados a predisponer al interlocutor hacia el verdadero contenido del discurso.

Pero, cuantas veces nos han corregido cuando saludamos con un “Buenos días”, y es que para las personas que utilizan el “Buen día” dan por hecho que el singular es el número gramatical<sup>2</sup> correcto en esta expresión, muy bien razonado, pero analicemos la frase desde otro punto de vista.

Cuando saludamos, lo que hacemos es desearle a la otra persona salud, prosperidad, en fin, buenas vibras. No se trata en absoluto de un asunto gramatical, ni tampoco hablamos en el sentido meteorológico, sino que estamos deseando que nuestro interlocutor tenga buenos días siempre y no sólo en un momento determinado.

Además de utilizar el plural para indicar cantidad, también lo utilizamos en las fórmulas de respeto y distanciamiento para indicar “intensidad”, a esto se le llama plural expresivo, y lo encontramos en expresiones tales como “gracias”, “mis condolencias”, “vamos a hacer las paces” y por supuesto la expresión “buenos días”. También lo utilizamos en algunas formas de uso cotidiano “¿Qué horas son estas de llegar?”, “sin lugar a dudas”, entre otras.

Sin embargo, algunos autores relacionan este plural con el plural de las horas canónicas<sup>3</sup> maitines, laudes, vísperas, etc. Otros autores dicen que cuando saludamos en plural estamos omitiendo el verbo de la frase: buenos días nos/te dé Dios.

Aunque en el diccionario de la lengua española del 2014 se indica que la expresión “Buenos días” debe ser en plural, también se menciona que en algunos países de América como Argentina y Chile el saludo se utiliza en singular.

Hay otros idiomas en donde el saludo lo encontramos en singular como en el francés “bonjour”, en inglés “good morning”, en italiano “buon giorno”, en portugués “bom dia” en alemán “guten tag”, en sueco “god dag”, etc. cuyo significado sería “buen día”, sin embargo, son particularidades que tiene cada idioma y que debe tener en cuenta cada hablante. |

En resumen, los saludos son formas de cortesía, expresiones idiomáticas<sup>4</sup> ya establecidas por una norma lingüística que debe ser respetada. Al utilizar la frase en singular, no le damos el significado afectuoso de saludo que pretendemos brindar a nuestros interlocutores.

### Referencias

- <http://educación.ufm.edu/category/dudas-del-idioma/>
- <http://www.academia.org.mx/estructura&screen=consultas>
- [www.monografías.com/trabajos101/cortesial-verbal-practica-social-necesaria/cortesial-verbal-practica-social-necesaria2.shtml](http://www.monografías.com/trabajos101/cortesial-verbal-practica-social-necesaria/cortesial-verbal-practica-social-necesaria2.shtml)
- Real Academia Española: Diccionario Panhispánico de Dudas. Madrid: Santillana, 2005, p.227
- <http://3.bp.blogspot.com/iku=acgnzCw/UcvwCeolftf/AAAAAAAVIy/j6w7cOrKOa8/s1600/buenas01+slide-1-728.jpg>
- <http://2.bp.blogspot.com/QmNfjzghjA/UcvwC86hs5l/AAAAAAAVIs/hsXF2B4Rzl/s1600/buenas04+norma-linguistica.jpg>
- <http://www.culturizate.com/descubre-por-que-decimos-buenos-dias-y-no-buen-dia/>
- Sistema de preguntas de la Hispanoteca y sistema de consultas en línea “Español al día” de la Real Academia Española.
- Vía @LaOrtografíaES

<sup>1</sup> Leo Spitzer; Romanista austriaco, autor de importantes estudios de estilística.

<sup>2</sup> Categoría gramatical que indica el número de personas u objetos al que se refiere una palabra, verbo, sustantivo, adjetivo o pronombre.

<sup>3</sup> Las horas canónicas son una división del tiempo empleada durante la Edad Media en la mayoría de las regiones cristianas de Europa, y que seguía el ritmo de los rezos religiosos de los monasterios.

<sup>4</sup> son secuencias de palabras cuyo significado no se deriva del de sus componentes.



## ALGORITMOS ECOLÓGICOS

Hoy en día, la influencia que los productos ecológicos tienen sobre la mente de los consumidores, ha ido en franco crecimiento. Desde huertos urbanos, ropa o cosméticos hasta materiales para construcción, aceites, envases o juguetes, todos ellos sugieren emplear componentes amables con el medio ambiente, ser biodegradables o incluso reutilizables. El cómputo no se ha quedado atrás y desde principios de los 90, se han desarrollado trabajos y proyectos llamados *green computing* o computación verde, encaminados no sólo a reducir costos sino a disminuir el consumo de energía eléctrica, reciclar componentes electrónicos y equipos que han cumplido su vida útil en la industria y emplearlos en escuelas, bibliotecas o instituciones cuyas necesidades de procesamiento son más modestas.

Como es bien sabido en el mundo del súper cómputo, las velocidades de procesamiento en los equipos de alto rendimiento van de los *MegaFLOPS* a los *GigaFLOPS* (un *MegaFLOPS* equivale a  $1 \times 10^6$  operaciones de punto flotante por segundo; un *Giga* equivale a  $1 \times 10^9$ ); como es de esperarse, su consumo de energía es verdaderamente elevado (por tanto su costo), llegando a utilizar varias decenas de *Mega Watts* durante su operación.

En ese sentido, uno de los trabajos que llama fuertemente la atención por su enfoque ecológico orientado al *software*, es el denominado *Exa2green*. Iniciado en 2012 y desarrollado por distintas instituciones y centros de investigación a nivel internacional, este proyecto está centrado en la disminución del consumo energético de un equipo de cómputo de alto rendimiento a través del análisis, desarrollo y optimización de algoritmos altamente eficientes. Para ello, fue necesario identificar indicadores que señalaran esta eficiencia desde el punto de vista energético, es decir, secciones del algoritmo que consumieran mayor o menor energía.

Así pues, se diseñó una herramienta de *software* que permitiera realizar las mediciones necesarias para conocer el consumo energético de ciertas aplicaciones científicas; asimismo, se desarrollaron algoritmos orientados a resolver problemas de álgebra lineal, bloques de construcción numérica y solucionadores paralelos. Para poner a prueba este proceso, se eligió un programa de predicción meteorológica denominado

*COSMO-ART* cuya función es determinar la interacción entre los gases y aerosoles que circundan por la atmósfera. El resultado de las pruebas aplicadas fue sorprendente pues no sólo fue posible reducir 2% el consumo energético (*Energy to Solution* o *ETS*), sino además mantener e incluso mejorar los tiempos de respuesta de los procesos involucrados (*Time to Solution* o *TTS*). *Exa2green* también incluyó el desarrollo de un medidor eléctrico que identifica el consumo de potencia en componentes electrónicos, específicamente procesador y memoria.

Gracias a este proyecto, fue posible desarrollar nuevos algoritmos que no sólo permiten reducir el tiempo de ejecución de los procesos sino además optimizan el consumo de energía requerida, siendo este aspecto indispensable no solo para mejorar la eficiencia energética sino para reducir considerablemente los costos de operación. Este nuevo enfoque es un fuerte estímulo para el cómputo de alto rendimiento pues abre las puertas para futuros desarrollos en el ámbito científico y tecnológico, vinculados con el consumo responsable de energía.<sup>1</sup>

### Referencias

- Hinojosa, P. (2013). "Introduction to Cloud Computing". University of Antwerp. Tomado de: <http://www.academia.edu/5353941>  
[Introduction\\_to\\_Green\\_Computing](http://www.academia.edu/5353941)
- Quintana-Ortí, E. (2013). "Modeling power and energy consumption of dense matrix factorizations on multicore processors". *Concurrency and Computation, Practice and Experience*. Tomado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpe.3162/full>
- Research & Innovation (2014). "Towards supercomputers: EU project improves energy efficiency in high performance computing". European Commission. Alemania. Tomado de: [http://cordis.europa.eu/news/rcn/121884\\_en.htm](http://cordis.europa.eu/news/rcn/121884_en.htm)

<sup>1</sup>Universität Hamburg (Alemania), Universität Heidelberg (Alemania), Universität Jaume I de Castellon (España), Karlsruhe Institute of Technology (Alemania), Steinbeis Europa Zentrum (Alemania), Swiss Federal Institute of Technology (Suiza), Swiss National Supercomputer Center (Suiza), IBM Research (Suiza).

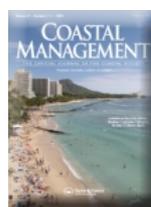
# SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS CON FACTOR DE IMPACTO DEL PERSONAL DEL II

USI-BIBLIOTECA

Para informar sobre la publicación de artículos indizados en revistas del *Journal Citation Report* (JCR) por parte del personal académico del Instituto de Ingeniería, y con ello darle seguimiento a la meta institucional de un artículo del JCR por investigador y por año, además se incluyen los artículos, proceedings y capítulos de libros sin factor de impacto, de esta manera la **USI-Biblioteca** mantiene un servicio de alerta mensual sobre este tipo de producto académico con base en el monitoreo de la *Web of Science*.



Berny-Brandt, E. A., & Ruiz, S. E. (2016). Reliability over time of wind turbines steel towers subjected to fatigue. *Wind and Structures, an International Journal*, 23(1), 75-90. doi:10.12989/was.2016.23.1.075. FI: **0.746**



Cuevas Jiménez, A., Euán Ávila, J. I., Villatoro Lacouture, M. M., & Silva Casarín, R. (2016). Classification of beach erosion vulnerability on the yucatan coast. *Coastal Management*, 44(4), 333-349. doi:10.1080/08920753.2016.1155038. FI: **1.433**



Briganti, R., Torres-Freyermuth, A., Baldock, T. E., Brocchini, M., Dodd, N., Hsu, T. -, . . . Postacchini, M. (2016). Advances in numerical modelling of swash zone dynamics. *Coastal Engineering*, 115, 26-41. doi:10.1016/j.coastaleng.2016.05.001. FI: **2.841**



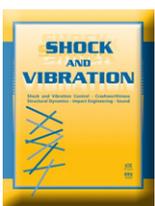
De los Cobos-Vasconcelos, D., García-Cruz, E. L., Franco-Morgado, M., & González-Sánchez, A. (2016). Short-term evaluation of the photosynthetic activity of an alkaliphilic microalgae consortium in a novel tubular closed photobioreactor. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 795-802. doi:10.1007/s10811-015-0612-7. FI: **2.372**



Campuzano, R., & González-Martínez, S. (2016). Characteristics of the organic fraction of municipal solid waste and methane production: A review. *Waste Management*, 54, 3-12. doi:10.1016/j.wasman.2016.05.016. FI: **3.829**



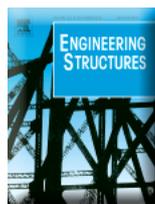
Durán-Álvarez, J. C., Avella, E., Ramírez-Zamora, R. M., & Zanella, R. (2016). Photocatalytic degradation of ciprofloxacin using mono- (au, ag and cu) and bi- (au-ag and au-cu) metallic nanoparticles supported on TiO2 under UV-C and simulated sunlight. *Catalysis Today*, 266, 175-187. doi:10.1016/j.cattod.2015.07.033. FI: **4.312**



Concha, A., & Alvarez-Icaza, L. (2016). Identification of torsionally coupled shear buildings models using a vector parameterization. *Shock and Vibration*, 2016. doi:10.1155/2016/6731928. FI: **0.880**



García-Illescas, MA, M., & Alvarez-Icaza, L. (2015). A matrix projection method for on line stable estimation of 1D and 3D shear building models. *Mechanical Systems and Signal Processing*, doi:10.1016/j.ymsp.2016.03.019. FI: **2.771**



García, Silvia; Padilla, Carlos; De la Rosa, Luis. (2015). A Simulator For Optimizing Roller-Compacted Concrete Mix Designs. *M2D2015: Proceedings of the 6th International Conference on Mechanics and Materials In Design*, 421-424.



McMillan, H., Montanari, A., Cudennec, C., Savenije, H., Kreibich, H., Krueger, T., . . . Xia, J. (2016). Panta rhei 2013–2015: Global perspectives on hydrology, society and change. *Hydrological Sciences Journal*, 1-18. doi:10.1080/02626667.2016.1159308. FI: **2.182**



Hernandez, M., Inti-Ramos, O., Guadalupe-Bañuelos, J., Bucio, E., & Covelo, A. (2016). Correlation of high-hydrophobic sol-gel coatings with electrochemical and morphological measurements deposited on AA2024. *Surface and Interface Analysis*, 48(7), 670-675. doi:10.1002/sia.5976. FI: **1.018**



Ramírez Zamora, R. M., Espejel Ayala, F., Solís López, M., González Barceló, O., Gómez, R. W., Pérez Mazariego, J. L., . . . Schouwenaars, R. (2016). Optimisation and analysis of the synthesis of a cellular glass-ceramic produced from water purification sludge and clay. *Applied Clay Science*, 123, 232-238. doi:10.1016/j.clay.2015.11.012. FI: **2.586**



Lermo, Javier; Santoyo, Miguel A.; Jaimes, Miguel A.; Antayhua, Yanet; Chavacan, Marcos. (2016). Local Earthquakes of the Mexico Basin in Mexico City: kappa, Q, Source Spectra, and Stress Drop. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 106 (4):1423-1437; 10.1785/0120150189 . FI: **2.311**



Torres, L., Aguiñaga, J. A. D., Besançon, G., Verde, C., & Begovich, O. (2016). Equivalent liénard-type models for a fluid transmission line. *Comptes Rendus - Mécanique*, doi:10.1016/j.crme.2016.04.004. FI: **0.988**



López-Escobedo, F., Solorzano-Soto, J., & Sierra Martínez, G. (2016). Analysis of intertextual distances using multidimensional scaling in the context of authorship attribution. *Journal of Quantitative Linguistics*, 23(2), 154-176. doi:10.1080/09296174.2016.1142324. FI: **0.359**

{ ACUMULATIVO AL MES DE AGOSTO DE 2016: 100 }



Martínez-Montejo, S. A., & Sheinbaum-Pardo, C. (2016). The impact of energy efficiency standards on residential electricity consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 32, 50-61. doi:10.1016/j.esd.2016.02.010. FI: **2.379**

# LA COMUNIDAD DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA RESPALDA LA IGUALDAD DE GÉNERO



## Nosotros por Ellas en la UNAM

Durante la semana del 29 de agosto al 2 de septiembre del presente año, la UNAM realizará diversos eventos en adhesión a la campaña *He for She* (Nosotros por Ellas) impulsada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU-Mujeres) en favor de la igualdad de género. Además el lunes 29 de agosto se firmaron varios compromisos que la UNAM echará a andar en favor de los derechos de la mujer con los que se pretende vigilar que se cumplan estos derechos y erradicar cualquier forma de discriminación o violencia contra las mujeres.

A la par se lanzó en redes sociales la campaña Yo respaldo la igualdad de género a la que se han sumado las diversas dependencias de la Universidad con el hashtag #UNAMteRespalda con la intención de dar visibilidad a los actos que se desarrollan.

El IIUNAM no se podía quedar atrás por lo que se han programado tres eventos que ayudan a concientizar y fomentar la participación de toda la comunidad para promover la igualdad de género. Comenzaremos con la Mesa redonda Diálogo y perspectiva de la igualdad de género en la ingeniería, en la que se discutirán las vivencias de hombres y mujeres en su actividad académica; continuaremos con la conferencia He for She. Igualdad de género en la UNAM dictada por Patricia Piñones (experta en temas de género del PUEG); finalizaremos con cine-debate La bicicleta verde donde se invitará a la comunidad a reflexionar sobre la educación de las mujeres.

Los invitamos a conocer más sobre el tema y a unirse a la campaña en la página

<http://www.heforshe.org/es>.