

**EDITORIAL: INCREMENTAR EL IMPACTO DE
NUESTRO TRABAJO ACADÉMICO**

PREMIO ROSE 2012 A LUIS ESTEVA MARABOTO

**FONDO DE COLABORACIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA
Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM**

Entrevista a Eduardo Botero Jaramillo

Portada: interior del edificio 8, Instituto de Ingeniería

Visita www.ii.unam.mx



EDITORIAL 2 • PREMIOS Y DISTINCIONES 3 • NOTICIAS Y ACONTECIMIENTOS ACADÉMICOS 3 •
REPORTAJES DE INTERÉS 7 • ENTREVISTA 15 • IMPACTO DE PROYECTOS 19 •
REDACCIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA 23 •



INCREMENTAR EL IMPACTO DE NUESTRO TRABAJO ACADÉMICO

En continuidad con la práctica que he llevado a cabo en los espacios editoriales de esta gaceta, toca el turno de referirme al cuarto de los seis principales retos que se han identificado para los próximos cuatro años (ver gaceta 77, febrero 2012). Ese reto, que se integra realmente con dos objetivos, se enfoca en el tema de la producción académica formal y la aplicación de sus resultados. Este ha sido presentado de la siguiente forma: “Contribuir en la producción científica y en el acervo de tecnología nacional mediante publicaciones y patentes resultado de nuestras investigaciones. Lograr la transferencia de nuestras tecnologías hacia el sector productivo y fomentar la creación de empresas de base tecnológica entre nuestros exbecarios”.

La producción académica del Instituto se caracteriza por su variedad, al estar integrada por artículos en revistas incluidas en el Journal Citation Report (JCR), así como en otros índices, informes técnicos a patrocinador, artículos en extenso en memorias de congresos, libros o capítulos de libros y solicitudes de patente. En los últimos cuatro años la producción individual anual ha variado entre 3.4 y 4, considerando investigadores y técnicos académicos, y entre 7 y 8.2 al tomar en cuenta solo a los investigadores. Estos indicadores son satisfactorios pero deben mejorarse, particularmente el relacionado con revistas del JCR. A este respecto, la producción por investigador ha variado alrededor de 0.6 por año, con un máximo histórico para el Instituto de 0.76 en el año 2011. La meta institucional para este cuatrienio es alcanzar el valor 1 en este indicador. En cuanto a las solicitudes de patentes, se ha registrado un claro incremento, pasando de nulas o escasas solicitudes en años anteriores, a una producción sostenida en este rubro de 4 por año, en los últimos tres años.

En relación con lo anterior, se continuará con el taller de escritura de artículos científicos, ajustado en función de las experiencias obtenidas en las varias ediciones que ha tenido. Se explorarán también nuevas acciones para fomentar la preparación de manuscritos y su envío a revistas del JCR. El acervo que constituyen los trabajos en extenso enviados a congresos internacionales con arbitraje estricto puede tomarse como punto de partida, ya muy avanzado. Acerca del tema, se puede recordar que el Consejo Interno aprobó el año pasado la reducción en una décima del indicador P de productividad cuando alcanza el máximo valor (2) en la evaluación anual de los investigadores, si no se tiene en promedio un artículo publicado por año en revista del JCR durante los tres años evaluados.

Por otro lado, el trabajo académico realizado en nuestro Instituto se ha caracterizado por estar claramente vinculado con la solución de problemas reales, la mayor parte de las veces planteados por

nuestros patrocinadores. Ese es nuestro sello distintivo entre las entidades académicas de la UNAM. Sin embargo, este tipo de vinculación tradicional en el Instituto no es suficiente para mostrar su potencial ni para incrementar el impacto de nuestro trabajo y de la aplicación de los resultados de la investigación que aquí se desarrolla. Esa vinculación la he llamado “del primer escalón”.

El siguiente nivel es consolidar nuestra capacidad de producción de solicitudes de patente y eventualmente de su registro formal, pero acompañado de la transferencia de esas innovaciones hacia el sector productivo, para con ello contribuir al acervo tecnológico nacional y a la generación de riqueza. El logro de este objetivo colocaría al Instituto en una posición muy relevante en el plano nacional, además de que produciría ingresos extraordinarios sin costo asociado, beneficiando tanto a los académicos inventores como a la UNAM y al Instituto, y fomentaría la realización de negocios así como la atención de un mercado con tecnología nacional.

Pero existe un tercer escalón en el camino de la vinculación, muy escasamente atendido en la UNAM, que es el apoyo para la creación e incubación de empresas de base científica o tecnológica, que tomen como su principal producto la tecnología desarrollada en nuestra entidad y transferida hacia ellas. Este nivel de vinculación es más ambicioso, ya que se tiene escasa experiencia y se requiere de lineamientos institucionales para hacer de esta una actividad transparente y clara, que contribuya al logro de los objetivos institucionales. El reto es grande pero su impacto puede ser mayor, por el prestigio que esta actividad bien llevada puede traernos, además de la satisfacción de apoyar a aquellos exbecarios con vocación empresarial y de contribuir en forma indirecta en la creación de empleos de alta especialización.

Se continuará apoyando ambos aspectos con el objetivo de llevar los logros científicos y tecnológicos del Instituto a los niveles mencionados de vinculación e impacto en la sociedad. Para ello, ya se cuenta con la Unidad de Patentes y Transferencia de Tecnología (UPTT), y se trabajará en sintonía con la Coordinación de Innovación y Desarrollo de la UNAM y con otras instancias universitarias involucradas, como la Oficina del Abogado General.

En la medida en que alcancemos como entidad académica este cuarto reto, incrementaremos nuestro prestigio y tendremos el liderazgo en una tarea pendiente en México de parte de los institutos de investigación públicos: retornar a la sociedad desarrollos y tecnologías que contribuyan a generar empleos, producir bienestar y reducir el grado de dependencia tecnológica que nos caracteriza como país.

Adalberto Noyola Robles
Director



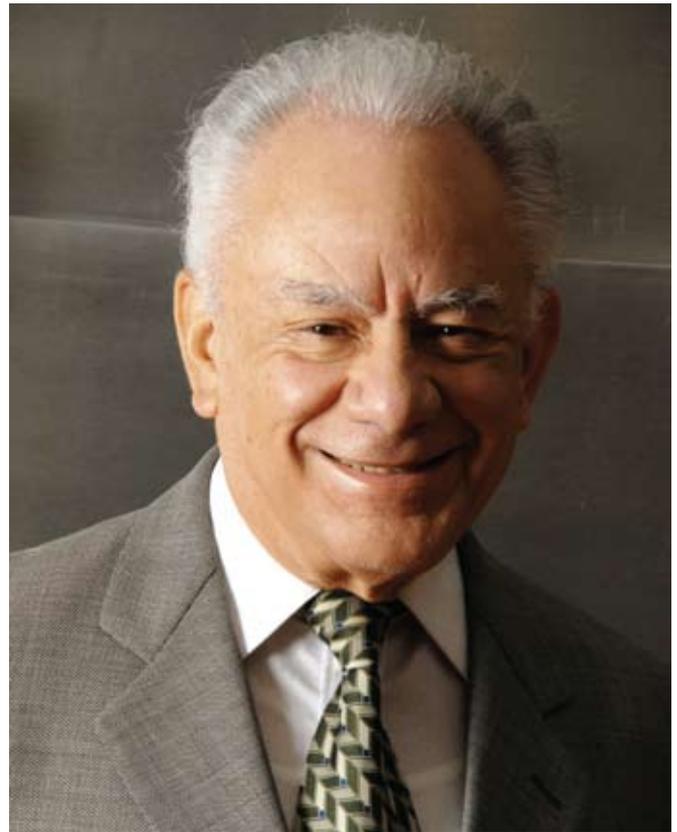
PREMIO ROSE 2012 A LUIS ESTEVA MARABOTO

El Dr. Luis Esteva Maraboto, decano e investigador emérito de nuestro Instituto, fue distinguido con el premio ROSE 2012, galardón del más alto prestigio mundial en el campo de la ingeniería sísmológica. El premio fue entregado en una ceremonia solemne realizada el 18 de mayo pasado en el Centro Europeo para Formación e Investigación en Ingeniería Sísmica, en Pavía, Italia.

El premio ROSE se le otorga a personas que se hayan destacado en el campo de la ingeniería sísmológica, en los aspectos de creatividad, innovación, investigación, logros profesionales y excelencia en la formación de especialistas en el tema. El galardonado se selecciona en función de una carrera en donde todos estos criterios han sido atendidos de forma destacada.

El premio ROSE 2012 es el tercero de la serie que se adjudica cada dos años. En esta ocasión se reconocen, en particular, las contribuciones del Dr. Esteva a la seguridad pública frente a temblores a través del desarrollo de metodologías de diseño sísmico, la definición de riesgos con herramientas probabilísticas, el análisis del desempeño de estructuras, así como sus trabajos en la elaboración de reglamentos de construcción para México y otros países

Le extendemos una calurosa felicitación al Dr. Esteva Maraboto por tan importante reconocimiento. 🎁



JORNADAS SOBRE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA PUBLICACIONES ACADÉMICAS

Los pasados jueves 17 y viernes 18 de mayo, el IIUNAM organizó las primeras “Jornadas sobre herramientas digitales para publicaciones académicas” para informar a nuestra comunidad acerca de los resultados que han logrado 5 grandes proyectos relacionados con el tema.

En el acontecimiento se impartieron 8 conferencias, cada una de 30 minutos, donde el actuario Guillermo Chávez, jefe de Publicaciones Digitales de la UNAM, habló de los avances del Catálogo de Revistas Electrónicas de la UNAM; el historiador Pablo Miranda comentó que la Red de Acervos Digitales es una federación de 13 repositorios y convocó a las dependencias a integrarse a RAD-UNAM; el Dr. Antonio Sánchez Pereyra, jefe del Departamento de Bibliografía Latinoamericana, expuso sobre el índice de artículos académicos SciELO México y la metodología que usa para

el rastreo de citas con el objeto de medir el factor de impacto de los académicos; la Mtra. Marcela Peñalosa explicó los resultados que ha logrado toda la UNAM en línea; el actuario Fabián Romo enfocó su conferencia a platicar acerca de la producción multimedia (texto, fotos, audios, software, etc.) que nuestra universidad produce y cómo podemos incluirlas en el portal Podcast UNAM; finalmente, Mauricio Velázquez y Luis Alberto Arellano Figueroa, de la Coordinación de Cómputo del IIUNAM, hablaron de nuestro sistema de publicaciones, que usamos para las series, del Archivo Histórico Documental (SAHII) y de otras alternativas para publicar en la nube, como las herramientas de la corporaciones Apple y Amazon.

Los jefes y coordinadores de estos proyectos mencionaron que la visibilidad web ha sido un tema prioritario para la UNAM; por



esto, desde 2009 se desarrollaron diferentes estrategias y proyectos para organizar la enorme cantidad de datos y páginas web que mantienen un dominio “.unam.mx”. La propia DGTIC (Dirección General de Tecnologías de Información y Comunicación) menciona que nuestra universidad posee más de 2 millones de dichos datos y páginas, por lo que es considerada uno de los sitios universitarios más grandes del mundo según el *ranking* de www.webometrics.info/index_es.html.

Durante la sesión de preguntas se discutió intensamente el concepto de *open access* y las políticas o estrategias de venta; se habló sobre la diferencia y los alcances que tienen las publicaciones impresas y las digitales; la Mtra. Peñaloza de-



talló el éxito del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, que reporta una gran cantidad de ventas de sus publicaciones impresas, a pesar de que todo su acervo se distribuye de manera gratuita en su portal web.

Al finalizar el evento, el Dr. Adalberto Noyola remarcó que el IIUNAM ya coordina esfuerzos con los diferentes proyectos de Visibilidad Web UNAM. Al mismo tiempo, sugirió seguir con el debate de *open access* en la cuentas de las redes sociales que el IIUNAM maneja. 📌

Para obtener más información sobre los talleres contacte a Israel Chávez dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx

LOS ÚLTIMOS SISMOS EN MÉXICO

México es un país de alta sismicidad; por eso, a quienes vivimos en lugares con este tipo de amenaza generalmente nos interesa tener más información para salvaguardar nuestra integridad. Con el fin de que la comunidad universitaria despejara sus dudas en cuanto a este tema, el Instituto de Ingeniería organizó la plática “Los últimos sismos en México”, que impartieron los doctores Sara Ivonne Franco, del Servicio Sismológico Nacional, y Mario Ordaz Schroeder, investigador del Instituto de ingeniería de la UNAM, el pasado 3 de mayo en el salón de seminarios Emilio Rosenblueth.

La doctora Franco comenzó exponiendo la situación de nuestro país. Dijo que en México existen cinco grandes placas que interactúan: la de Norteamérica, donde se encuentra contenida la mayor parte de nuestro país y de América del Norte. Las otras cuatro placas son oceánicas: la de Cocos, la de Rivera, la del Pacífico y la del Caribe. Las placas de Cocos-Rivera se están metiendo debajo de la placa de Norteamérica, y este fenómeno de subducción es el responsable de la mayoría de los temblores que se localizan a lo largo de la costa del Pacífico.

Es importante recordar que la península de Baja California se encuentra sobre la placa del Pacífico, la cual tiene un movimiento hacia el noroeste que está provocando una abertura o separación, lo que a su vez está produciendo piso oceánico nuevo. Este rasgo tectónico es el responsable de la mayoría de los sismos que ocurren en el golfo de California.

Por otro lado, en el sureste de Chiapas, además de la subducción de la placa de Cocos, está la interacción de la placa del Caribe, que se

POR VERÓNICA BENÍTEZ ESCUDERO

está deslizando con respecto a la placa de Norteamérica. Este movimiento, junto con el fenómeno de subducción, produce sismicidad, y por lo tanto todos los temblores se asocian a la zona de placas.

Una de las zonas más estudiadas es la brecha sísmica de Guerrero, donde ocurrió un temblor de gran magnitud en 1911; a pesar de que no se ha vuelto a presentar un temblor así, es seguro que ocurrirá nuevamente un fenómeno de esta naturaleza.

El auditorio se llenó por completo, y el doctor Ordaz y la doctora Franco respondieron las siguientes preguntas al público asistente:

1.- ¿Se ha incrementado la actividad sísmica en México? “Algunas personas piensan que se ha incrementado la actividad sísmica, pero esto es solo una percepción; en realidad lo que hay que tener en cuenta es que se ha instalado un mayor número de estaciones sismológicas, y por lo tanto tenemos mayor capacidad para detectar movimientos telúricos y reportarlos.”

2.- ¿Cómo sabemos si un temblor es un evento principal o es una réplica? “Una manera de identificar si los temblores subsecuentes a un sismo son réplicas es saber si corresponde a la localización geográfica del sismo, es decir, todos los temblores posteriores que se encuentren dentro del área de ruptura son réplicas si ocurren cercanos en el espacio y en el tiempo, sin importar la magnitud. Un temblor que se ubique en la misma zona que el ocurrido en septiembre de 1985, pero muchos años después, no es una réplica porque está lejano en el tiempo. Este tema es interesante porque el temblor principal tiene su réplica, y cada réplica tiene sus réplicas, lo que complica las cosas.”



3.- ¿La actividad volcánica produce temblores? “El temblor y la actividad volcánica están ligados a la tectónica de placas; sin embargo, la actividad volcánica, no produce grandes temblores.”

4.- ¿Se puede predecir la ocurrencia de los temblores? “No, no es posible predecir la ocurrencia de los temblores; por eso, la población debe estar preparada porque en las zonas sísmicas va a seguir temblando, y por lo tanto debemos saber cómo comportarnos cuando se presenta un sismo. Es decir, siempre hay que dirigirnos a las zonas de seguridad, de manera ordenada y rápida, pensando en proteger nuestra integridad.”

5.- ¿De qué intensidad tendría que ser un sismo para que no lo soportaran las estructuras de la ciudad de México? “No es fácil responder esta pregunta porque la calidad de las construcciones es muy variable. A veces no se requiere que sea un temblor muy grande, depende tanto de la magnitud del temblor como de la cercanía del lugar en relación con el epicentro.”

6.- ¿Cuál es la diferencia entre magnitud e intensidad? “Un temblor tiene una sola magnitud, medida en la escala de Richter, que es una medida de la cantidad de energía que se pone en juego durante el evento. Un temblor puede provocar varias intensidades, dependiendo del lugar que estemos estudiando. La intensidad es una medida local de los efectos del sismo, lo que va a variar dependiendo de la ubicación de las personas.”



Dr. Mario Ordaz, conferencista en este evento

7.- ¿Qué es la actividad sísmica? “La actividad sísmica se genera por una dinámica que tiene su origen en el interior de la Tierra, lo que hace que se muevan las placas, y esto, a su vez, genera los temblores. Los fenómenos que se dan de la corteza hacia afuera no tienen relación con el origen de los temblores.”

8.- ¿Por qué se dice que un edificio entró en resonancia durante un temblor? “Cada edificio tiene su periodo natural de vibrar, dependiendo del tamaño y del material con el que fue construido. El movimiento del suelo que está excitando al edificio durante un temblor puede producir una vibración con un periodo parecido al periodo natural de vibrar de ese edificio, con lo que el edificio entrará en resonancia. Por eso es importante conocer los periodos de vibración de cada zona para evitar que esto suceda. En México ya hay estudios del suelo y se conocen los periodos de vibración, por lo que una buena práctica ingenieril sería no construir edificios que puedan entrar en resonancia con el tipo de suelo donde se encuentren. Específicamente, en el DF hay un mapa donde se indica cuál sería el periodo de las ondas. Es importante dar a conocer este tipo de información para que la población le solicite al constructor de su vivienda que tenga especial cuidado en estos detalles.”

9.- ¿Qué tipo de construcciones son las más afectadas durante un sismo? “En general, las edificaciones de las comunidades rurales son muy vulnerables. Es común que, después de sismos importantes, en las zonas costeras haya miles de casas afectadas; esto es difícil de resolver porque hace falta una buena difusión para crear conciencia en los constructores para que sigan las normas de construcción. El problema es que hay muchas casas de autoconstrucción con todas las deficiencias que esto implica.”

10.- ¿Es verdad que los temblores trepidatorios causan más daños que los oscilatorios? “Esto es un mito. Generalmente los edificios se dañan por los movimientos laterales u oscilatorios.”

11.- ¿Qué opinión tienen de los seguros contra terremotos? “Es una buena idea tener un seguro contra terremotos, digamos que es una forma de administrar el riesgo. Cuando vives en una zona sísmica hay un alto grado de probabilidad de que tu edificio sufra algún daño durante algún temblor. Los seguros son una forma de diferir el pago de los daños; un seguro es una manera de ir pagando cada mes los costos de reparación de tu vivienda. Ojalá y las personas en México adquieran este tipo de protección porque esto reduciría el costo de dichos seguros.”

Agradecemos a Mario Ordaz y a Sara Ivonne Franco la claridad de sus respuestas y el tiempo dedicado a esta plática. 📌

Para obtener más información sobre la conferencia contacte a Berenice de las Heras dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx



CURSOS “ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO₂ Y RECUPERACIÓN MEJORADA DE HIDROCARBUROS” Y “CAPTURA DE CO₂” EN EL IUNAM

Dentro del marco del Programa de fortalecimiento de capacidades del Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF) se organizaron, en el Instituto de Ingeniería de la UNAM y bajo la dirección del doctor Adalberto Noyola, dos talleres: “Almacenamiento geológico de CO₂ y recuperación mejorada de hidrocarburos”, del 21 al 23 de marzo, y “Captura de CO₂”, del 28 al 30 de marzo.

El principal objetivo de los talleres fue promover el interés entre la comunidad académica de diferentes disciplinas como geología, geociencia, ingeniería química, ingeniería petrolera, ingeniería mecánica, ingeniería de procesos, así como las relacionadas con la generación de energía, a fin de tratar de incorporar este tema en los planes de estudios académicos.

Los talleres se llevaron a cabo a finales de marzo del presente año con una duración de tres días. Cada taller reunió la capacidad máxima de asistencia de 40 participantes provenientes de universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales y del sector privado.

Durante el primer taller se presentaron temas sobre las diversas opciones para el almacenamiento geológico de CO₂ en acuíferos

salinos y en reservorios de gas y petróleo. Así mismo, se incluyeron temas de investigación y desarrollo, y se presentaron ejemplos del potencial de aplicación en México. Los ponentes fueron expertos reconocidos a nivel mundial, entre los que se mencionan Stefan Bachu y Barbara Dietiker de Canadá; John Panek y Edward Steadman de EUA; Ramón Carbonell de España y Marcelo Ketzer de Brasil. Así mismo, se tuvo la participación de ponentes mexicanos provenientes de importantes centros de investigación en nuestro país, entre los que se encuentran Rodolfo Lacy, del Centro Mario Molina, Moisés Dávila, de la Comisión Federal de Electricidad, y Amparo Martínez Arroyo, del Instituto de Ciencias de la Tierra de la UNAM.

En el segundo taller se presentaron temas relacionados con los distintos procesos para la captura de CO₂, tales como la poscombustión, la precombustión y la oxcombustión. Se presentaron los avances en investigación y desarrollo y su aplicación a nivel mundial y en México. Las sesiones fueron impartidas por ponentes de prestigio internacional, como Stanley Santos y Jonathan Gibbins, del Reino Unido, y Gary Rochelle, de EUA. También se contó con la participación de ponentes mexicanos, como José Miguel González Santaló, del Instituto de Investigaciones Eléctricas y representante en México del CSLF; Javier Aguillón Martínez, del Instituto de Ingeniería y coordinador de este taller; Antonio Diego Marín, del Instituto de Investigaciones Eléctricas, y el ya mencionado Rodolfo Lacy.

Como siguiente paso, se buscará impulsar el desarrollo de proyectos sobre el tema con la participación de otras dependencias de la UNAM. ❖



Para obtener más información sobre los cursos contacte a Dulce Cid Merari dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx

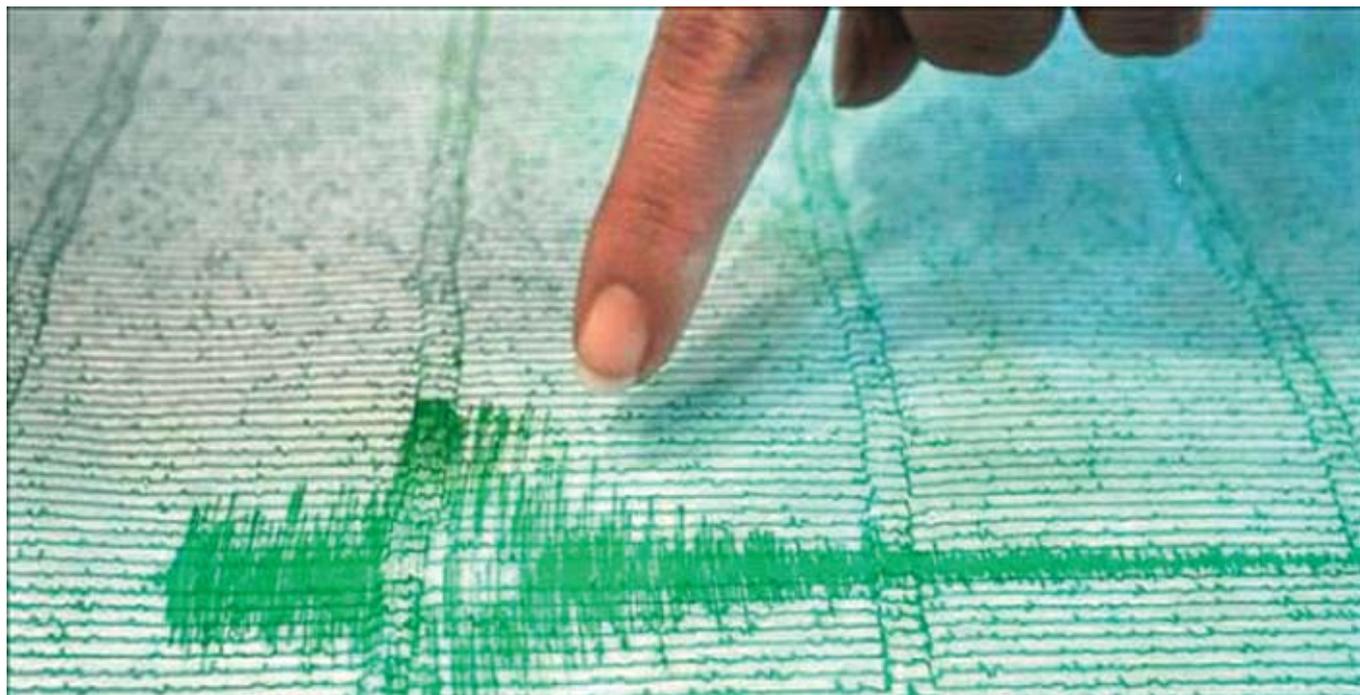


Participantes de los cursos sobre CO₂



LA MAGNITUD Y LAS INTENSIDADES DE LOS TEMBLORES

■■■■■■■■■■ POR FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SESMA ■■■■■■■■■■



En astronomía, las estrellas más brillantes tienen “primera magnitud” o magnitud 1. Al ser menos brillantes se les van asignando magnitudes mayores. En otras palabras, a mayor magnitud menor luminosidad. Tal vez por eso se ha dicho que María Callas, Enrico Caruso y Luciano Pavarotti eran “estrellas” de primera magnitud. En ese contexto la magnitud sería un buen sinónimo de “categoría”.

En sismología la cosa es diferente pues, al contrario de las estrellas, la magnitud de los temblores crece con su tamaño, con la cantidad de energía involucrada. Con frecuencia las noticias sobre temblores se refieren a la magnitud de los terremotos y se menciona el nombre de Richter. Para el público, un terremoto de magnitud igual a 7.8 es algo serio, pero poco se le dice de la variación espacial de la intensidad.

¿Qué es la magnitud de un terremoto? Es un número que mide el tamaño de un temblor, de acuerdo con la energía liberada en la fuente sísmica, es decir, en la zona de la falla de la corteza terrestre donde se produce una ruptura repentina. Por otra parte, la intensidad mide tanto el poder destructivo en un sitio dado, como la reacción de los seres humanos en ese lugar. Un sismo tendrá una magnitud única, mientras que la intensidad o severidad del movimiento variará en el espacio de sitio a sitio, decreciendo en promedio con la distancia a la zona en que se genera. Se han desarrollado diversas escalas de intensidad: las empíricas, como la de Mercalli modificada; y las instrumentales, como la de Arias, en la

que a partir de los registros de aceleración del movimiento de la superficie del terreno se calcula una medida de la energía que se relaciona con la que se puede inyectar a una edificación.

Los registros de los movimientos del terreno durante los sismos empezaron a obtenerse en Japón y Alemania a finales del siglo XIX. En México se instalaron en 1910 diversos sismógrafos en el observatorio de Tacubaya, y hace poco celebramos el centenario del Servicio Sismológico Nacional, hoy dependiente de la UNAM. Para los años 30 del siglo XX ya se tenían datos muy valiosos de las vibraciones de la tierra y comenzaban a establecerse, de acuerdo con modelos fisicomatemáticos, las explicaciones de las características de los sismogramas y a deducirse la estructura de nuestro planeta.

Se había planteado un problema que consistía en clasificar los temblores en grandes o chicos. Charles Richter, profesor del Instituto de Tecnología de California (CALTECH), observó que los sismogramas de terremotos grandes y pequeños producían amplitudes distintas en los sismogramas a distancias semejantes de la fuente. De manera empírica Richter propuso que la magnitud de un terremoto se midiera por la máxima amplitud que registraría un sismómetro estándar de marca Wood-Anderson con una amplificación de 2800, un periodo natural de 0.8 s, un coeficiente de amortiguamiento de 0.80 y localizado en terreno firme a 100 kilómetros del epicentro. Claramente, la propuesta ignora la polarización del movimiento, es decir, que su atenuación con la distancia depende de la dirección.



Además, no siempre se tienen estaciones a una distancia fija del origen del temblor. En la práctica se han desarrollado procedimientos empíricos para corregir por la distancia.

Se ha definido la magnitud M_L para la magnitud estimada por una red local, cerca de la zona originaria del sismo, o la magnitud de ondas superficiales M_s para estimaciones de observatorios lejanos. Con el tiempo, los observatorios sismológicos del mundo van calibrando sus medidas y cotejando sus estimaciones de la magnitud de acuerdo con los tipos de instrumentos y cobertura. Por eso, las estimaciones de la magnitud de un temblor pueden ir cambiando hasta que se llega a un consenso.

Hace unos cuarenta años Keiiti Aki, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), propuso con sólidas bases físicas el concepto de momento sísmico M_o , que es el producto de una cantidad que mide la rigidez de la corteza terrestre, del deslizamiento promedio en el área de ruptura y de la dimensión de esta en km^2 , y tiene unidades de energía. Las áreas de ruptura se delimitan al localizar las réplicas, que son los temblores más pequeños que ocurren posteriormente cerca del sismo grande, en espacio y tiempo.

Sin embargo, el concepto de momento sísmico no es práctico para la difusión de noticias, ya que varía mucho y puede tener muchas cifras significativas. Por ejemplo, el temblor de Tohoku ($M = 9$) de 2011 tuvo un área de ruptura de unos 100 000 km^2 , mientras que al de Michoacán ($M = 8.1$) de 1985 se le asocia un área de casi 12 000 km^2 .

Fue Hiroo Kanamori, del Instituto Tecnológico de California (CALTECH), quien propuso la magnitud M_w asociada con el momento sísmico $M_w = (2/3)\log_{10}M_o - 10.73$, expresada mediante una escala logarítmica. La adopción de esta escala permite representar números grandes con comodidad. Por ejemplo, los números 10,

100 y 1000 tienen los logaritmos 1, 2 y 3, respectivamente. Por ejemplo, $\log_{10}1000 = 3$ porque $10 \times 10 \times 10 = 10^3 = 1000$. De acuerdo con la ecuación de Kanamori, la diferencia de una unidad en magnitud de dos temblores representa un factor de 30 en los respectivos momentos sísmicos.

La magnitud del momento M_w se ha convertido en la más frecuente medida de la magnitud de los temblores grandes; requiere la estimación del momento sísmico M_o , y para esto se deben analizar sismogramas. Afortunadamente, existen procedimientos semiautomáticos, como el del proyecto CMT de la Universidad de Harvard, o similares regionales que regularmente calculan magnitudes de momento para muchos temblores de magnitud M_w mayor que 5. Por cierto, el temblor de 1960 en Chile, que es el mayor que se ha registrado, tuvo una magnitud de momento M_w igual a 9.5.

La magnitud mide el tamaño de un temblor en términos de la cantidad de energía irradiada; insistiré señalando que un terremoto tendrá una magnitud única en contraste con las medidas de intensidad del movimiento (por ejemplo, aceleraciones o velocidades máximas, densidad de energía, etc.) que tienden a decrecer a medida que aumenta la distancia a partir del hipocentro o foco.

Además, agradezco los comentarios y las sugerencias de Luis Esteva.

*Investigador del Instituto de Ingeniería, UNAM, miembro del Consejo Consultivo de Ciencias, expresidente de la Academia de Ingeniería y de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, y miembro titular de la Academia Mexicana de Ciencias. ❧

Para más información sobre este artículo consulte al Dr. Francisco Sánchez Sesma dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx

DEFENSORÍA DE LOS
DERECHOS
UNIVERSITARIOS



Emergencias al 55-28-74-81

Teléfonos: 5622-62-20 al 22

ddu@servidor.unam-mx

Fax: 5606-50-70

Lunes a Viernes
9:00-14:00 y 17:00-19:00 h
Edificio "D", nivel rampa frente a *Universum*
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
Estacionamiento 4

**Académicos
y
Estudiantes:
La Defensoría
hace valer sus derechos**



rojo; y a diferencia de la estufa Lorena, está orientada a una difusión en mayor escala. Por esta razón se construye con un molde metálico que garantiza que las medidas interiores de la estufa sean correctas, y de esta manera se asegura que la estufa funcione adecuadamente, además de facilitar su construcción. Cuenta con cámaras de combustión, hornillas secundarias y túneles mejorados para mayor eficiencia, y permite una mejor protección de la salud, por medio de comales que quedan sellados evitando fugas de humo.

El calentamiento de las hornillas secundarias se realiza mediante túneles, los cuales conducen los gases de combustión hacia dichas hornillas. Las hornillas secundarias cuentan con baffles o deflectores que mejoran la transferencia de calor de los gases hacia el comal. Estas hornillas están diseñadas para tareas de menor demanda energética, tales como mantener calientes los alimentos previamente preparados o calentar agua.

La estufa Patsari permite reducir en un 60 % el consumo de leña, y así ayuda a la conservación de los bosques. Reduce en un 95 % la contaminación del aire interior de los hogares y, por lo tanto,

permite evitar el riesgo de contraer enfermedades respiratorias, de ojos, quemaduras, enfriamientos, etc. Se ahorra tiempo y dinero porque, como se reduce el consumo de leña, se destina menos tiempo a la recolección o dinero para comprarla. Se construye con materiales locales, como tierra y arena. El costo de la estufa es bajo, ya que la mayoría de los materiales se encuentran en la comunidad a la mano y sin ningún costo. Su construcción es sencilla y rápida (aproximadamente una hora y media). Tiene una duración de hasta 10 años, si se hace buen uso de ella y se le da mantenimiento. Es fácil de usar, ya que, una vez que prende, un trozo de leña es suficiente para que funcione bien. ❧

AGRADECEMOS LA INFORMACIÓN
PROPORCIONADA POR EL DR. JAVIER AGUILLÓN

Para más información sobre este artículo consulte al Dr. Javier Aguillón dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx

EL INSTITUTO DE INGENIERÍA EN:

facebook

PERFIL: <https://www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM>
PÁGINA <https://www.facebook.com/iingenunam>

LinkedIn

<http://www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam>



twitter

<http://twitter.com/IIUNAM>

YouTube

<http://www.youtube.com/IINGENUNAM>



FONDO DE COLABORACIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CONJUNTA CONVOCATORIA 2012

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de su Instituto y Facultad de Ingeniería, busca permanentemente contribuir al desarrollo de México y al bienestar de la sociedad. Para ello, tiene como objetivos primordiales la formación de recursos humanos de alto nivel, el desarrollo de investigación de frontera y la solución de problemas nacionales de relevancia técnica. Estas dos entidades académicas, preocupadas por promover entre su personal el fortalecimiento de relaciones académicas que permitan obtener de manera conjunta, y por tanto más eficientemente, los objetivos que comparten,

CONVOCAN

a los investigadores del Instituto de Ingeniería (II) y a los profesores de la Facultad de Ingeniería (FI) a la presentación de propuestas en el *Fondo de Colaboración del Instituto de Ingeniería y la Facultad de Ingeniería de la UNAM*, comprometiéndose para ello \$1,500,000.00 (un millón quinientos mil pesos 00/100 M.N.) para proyectos nuevos y para la renovación de proyectos apoyados en 2011 que resulten aprobados en la actual convocatoria.

OBJETIVO:

Financiar mediante un apoyo "semilla" proyectos conjuntos de investigación y de desarrollo tecnológico para fomentar la colaboración del personal académico del II y de la FI, buscando potenciar la obtención de resultados de alto impacto académico en temas de interés común.

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO:

Podrán presentarse propuestas en las siguientes áreas de la Ingeniería: Estructuras, Ambiental, Eléctrica y Mecánica.

MODALIDAD DE LAS PROPUESTAS:

Proyectos de investigación conjunta nuevos.
Proyectos de investigación conjunta de renovación, aprobados en la convocatoria 2011.

1. BASES

- a) Podrán proponer proyectos de investigación conjunta investigadores del Instituto de Ingeniería y profesores de la Facultad de Ingeniería que deseen establecer o fortalecer una colaboración para la realización de un proyecto de investigación con metas comunes. Ambos fungirán como corresponsables del proyecto, pudiendo incluir la participación de otros miembros del personal académico de ambas entidades académicas.
- b) Las propuestas deberán contemplar la participación de estudiantes de licenciatura o posgrado, quienes realizarán su tesis con base en el tema del proyecto.
- c) La duración de un proyecto será de un año.

- d) El monto máximo de apoyo, por año, será de \$250,000.00 (doscientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.) por proyecto. Los proyectos serán apoyados inicialmente por un año, con la posibilidad de someter su solicitud de renovación para un segundo y último año en la convocatoria siguiente.
Ambas entidades académicas aportan partes iguales.
- e) Uno de los corresponsables del proyecto será el gestor administrativo de éste, se elegirá a juicio de ellos y atendiendo a criterios de equidad. La institución de adscripción del gestor será la encargada de recibir el recurso asignado y de administrarlo, en cuanto a compras, viáticos, ministración de becas, y de inventariar el equipo que se adquiera.
- f) De existir otro financiamiento en un tema semejante al de la propuesta, éste deberá mencionarse, incluyendo el título, el responsable y la forma en que se complementan, así como la instancia de financiación, montos y plazos. Esto aplica para financiamientos solicitados, aprobados u otorgados, tanto para el Instituto de Ingeniería como para la Facultad de Ingeniería.
- g) Para liberar los recursos de las propuestas aprobadas, los corresponsables deberán entregar las propuestas ajustadas al presupuesto autorizado.
- h) Deberá entregarse un informe de resultados al término del período aprobado y realizar su presentación en la Reunión Informativa Anual del Instituto de Ingeniería.

2. PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS

1.1 Del grupo de trabajo:

- Currículum vitae completo y actualizado de los corresponsables del proyecto.
- Datos de los demás participantes en el proyecto (personal académico y estudiantes), tanto del Instituto de Ingeniería como de la Facultad de Ingeniería.
- Descripción de la infraestructura de laboratorio y equipo de cómputo disponibles en las entidades académicas participantes, para el desarrollo del proyecto.

1.2 De la propuesta:

Nueva

- Nombre del proyecto.
- Antecedentes que incluyan un estudio bibliográfico sobre el tema del proyecto.
- Problema a resolver y relevancia de la investigación.
- Hipótesis, objetivos, metodología y cronograma de actividades.
- Metas técnicas y de formación de recursos humanos.
- Resultados previstos al término del año. Se deberán indicar los entregables específicos, tanto de los académicos del II, como de la FI, tales como tesis,

artículos técnicos, ponencias en congresos, patentes, informes, desarrollos tecnológicos, futuras fuentes externas de financiamiento, etcétera.

- Presupuesto solicitado al Fondo de acuerdo con los rubros mencionados en la parte final de esta convocatoria. Todos los rubros se deben justificar detalladamente.
- Señalar con claridad y diferenciadas las labores del personal del II y del personal de la FI, así como el porcentaje de tiempo que los académicos dedicarán al proyecto. Éste será un elemento decisivo en la evaluación.

Las propuestas deberán estar firmadas por los dos corresponsables del proyecto y se deberá indicar quién de ellos fungirá como gestor administrativo del proyecto.

Las propuestas deberán acompañarse de una carta compromiso de colaboración firmada por el Director del Instituto de Ingeniería y otra carta compromiso de colaboración firmada por el Director de la Facultad de Ingeniería. Las cartas se dirigen a la Comisión de Evaluación de Proyectos de Investigación Conjunta, los corresponsables del proyecto las tramitan en su respectiva institución y las entregan con la propuesta que someten para ser evaluada.

Las propuestas que no cumplan con estos requisitos no serán evaluadas.

Es responsabilidad de los corresponsables verificar que la propuesta esté completa y en los términos de la presente convocatoria.

Todas las propuestas deberán presentarse en la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería, o bien en la Secretaría Académica del Instituto de Ingeniería, a más tardar a las 18:00 horas del viernes 31 de agosto de 2012. La propuesta deberá entregarse en un disco compacto, en formato pdf.

Renovación

- Informe anual de resultados del proyecto apoyado en 2011, en el que se especifique: nombre; resultados obtenidos, tanto esperados como no esperados; problemas surgidos y soluciones; publicación, difusión o divulgación del conocimiento generado; formación de recursos humanos y adquisición de equipo.
- Plan de trabajo de la propuesta, el cual deberá contener:
 - a) Antecedentes que incluyan preguntas e hipótesis generadas a partir del proyecto anterior.
 - b) Objetivos, metas, metodología y cronograma de actividades.
 - c) Resultados previstos al término del segundo año. Se deberán indicar los entregables espe-

- cíficos, tanto de los académicos del II como de la FI: artículos, tesis, patentes, desarrollos tecnológicos, informes, ponencias en congresos, futuras fuentes externas de financiamiento, etcétera.
- d) Presupuesto solicitado al Fondo de acuerdo con los rubros mencionados en la parte final de esta convocatoria. Todos los rubros se deben justificar detalladamente.
 - e) Señalar con claridad y diferenciadas las labores del personal del II y del personal de la FI, así como el porcentaje de tiempo que los académicos dedicarán al proyecto. Éste será un elemento decisivo en la evaluación.

Las propuestas deberán estar firmadas por los dos corresponsables del proyecto.

Las propuestas deberán acompañarse de una carta compromiso de colaboración firmada por el Director del Instituto de Ingeniería y otra carta compromiso de colaboración firmada por el Director de la Facultad de Ingeniería. Los corresponsables del proyecto las tramitan en su respectiva institución y las entregan con la propuesta que someten para ser evaluada.

Las propuestas que no cumplan con estos requisitos no serán evaluadas.

Es responsabilidad de los corresponsables verificar que la propuesta esté completa y en los términos de la presente convocatoria.

Todas las propuestas deberán presentarse en la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería, o bien en la Secretaría Académica del Instituto de Ingeniería, a más tardar a las 18:00 horas del viernes 31 de agosto de 2012. La propuesta deberá entregarse en un disco compacto, en formato pdf.

3. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

- a) Las propuestas serán evaluadas por una Comisión de Evaluación formada por tres investigadores titulares del Instituto de Ingeniería y tres profesores titulares de la FI, auxiliados, en caso de ser necesario, por asesores expertos determinados por la misma Comisión.
- b) La Comisión de Evaluación revisará las propuestas y las ordenará de acuerdo con los siguientes criterios:

Nuevas

- Relevancia del tema para ambas entidades académicas.

- Grado de colaboración propuesto entre los académicos de ambas entidades académicas.
- Calidad académica y pertinencia de la línea de investigación.
- Calidad científica y viabilidad técnica, considerando la congruencia entre hipótesis, objetivos, metas, metodología, infraestructura disponible y presupuesto.
- Formación de recursos humanos.
- Resultados y productos esperados por ambas partes.

Renovación

- Cumplimiento de objetivos y metas, de acuerdo con el informe anual de resultados.
 - Responsabilidad académica asumida por los corresponsables.
 - Concordancia entre los elementos del Plan de trabajo propuesto: objetivos, metas, cronograma de actividades, resultados esperados y presupuesto solicitado.
- c) De acuerdo con el orden establecido, la Comisión de Evaluación aprobará las propuestas mejor evaluadas para ser financiadas, dentro del límite de los recursos disponibles del Fondo. Las propuestas no financiadas que hayan sido evaluadas favorablemente podrán presentarse y concursar en la convocatoria siguiente.
 - d) La decisión de la Comisión de Evaluación será inapelable.

4. EXCLUSIONES

No se aceptará más de una propuesta por investigador del Instituto de Ingeniería y profesor de la Facultad de Ingeniería.

5. RUBROS APOYADOS POR EL FONDO

Los apoyos del Fondo se destinarán a financiar los rubros siguientes:

- Becas
- Equipo
- Materiales y consumibles
- Libros y material documental
- Pasajes*
- Viáticos*
- Inscripciones a congresos*

* El monto máximo de apoyo para los tres rubros en total será de \$10,000.00 anuales, ya que tanto la FI como el II tienen fondos destinados a apoyar estos gastos.

Los becarios que participen en la propuesta deberán tener un promedio mínimo de 8.50 y demostrar que no tienen acceso a otro tipo de beca con estipendio (CEP, CONACYT, etcétera). •



El Dr. Adalberto Noyola, director del Instituto de Ingeniería (izq.), en compañía del Dr. Juan Manuel Lema

resa también conocer las repercusiones que esto tendría a nivel de consumos energéticos, de calidad de aguas, de producción de lodos, cómo se puede evolucionar desde los sistemas de la tecnología presente, hasta la tecnología más avanzada en unos años.”

Menciona que en la conferencia que impartió el 23 de mayo planteó tres alternativas:

- La primera comprende reformas parciales de la estructura actual de las PTAR, implementando unidades nuevas.
- La segunda consiste en una reforma estructural del reactor biológico de algunas de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- La tercera es hacer un cambio bastante radical.

De todo lo anterior comenta:

Cada una de las estrategias es aplicable en situaciones diferentes. Podríamos decir que la más obvia es la primera, ya que supone la aplicación de modificaciones relativamente fáciles de implementar para mejorar la economía y la eficacia del proceso. Esta primera estrategia es de utilidad para plantas ya construidas.

La segunda estrategia resulta de interés para plantas que necesitan mejorar su operación, bien por haber quedado obsoletas, o bien, para satisfacer nuevos requerimientos ambientales.

La tercera opción es de aplicación para plantas completamente nuevas y experimentales.

Si analizamos cada una de las estrategias podemos decir que la primera es de aplicación inmediata, mientras que la segunda requiere de un desarrollo; y la tercera es más a futuro porque es una propuesta nueva que está en estudio. Obviamente, como en todo proceso de investigación, algunos de los resultados se aplican inmediatamente, otros se aplican en años y otros no llegan a implementarse.

Investigar sobre las plantas de tratamiento de agua residuales es apasionante, pues cada caso presenta características originales; no es lo mismo una PTAR que vierta agua en el mar, que el agua que se va a utilizar para riego; no es la misma planta la que se va a utilizar en Sonora que la que se utiliza en Chiapas. Lo que quiero decir es que no hay una única tecnología, y esto lo hace más interesante.

En el diseño y la operación de una PTAR hay que considerar muchos aspectos, entre ellos, la calidad de agua que se va a tratar, la calidad que se requiere según el uso que se le dará a esa agua, la disponibilidad de espacio para los lodos que se están generando, el costo de energía eléctrica. Hay muchos factores, por eso no hay una sola respuesta.

El tratamiento de las aguas residuales industriales requiere un modelo distinto para cada caso, ya que, por ejemplo, el agua residual de una industria metálica es radicalmente diferente al agua que sale de la industria del petróleo o a la de la industria de bebidas.

Generalmente, el agua tratada se utiliza para riego, o sea, para usos agrícolas. Una meta importante es lograr que cuando menos una parte del agua de uso agrícola sea reciclada, ya que no se requiere una calidad extraordinaria.

La verdad, es una locura el hecho de que en la ciudad de México se estén regando jardines con agua potable, porque esta agua es cara y es escasa. Programas como el PUMAGUA de Ciudad Universitaria deberían aplicarse en el resto de la república mexicana. El problema del agua es evidente, por lo que es necesario instalar un mayor número de PTAR capaces de entregar agua de buena calidad para su destino final. Contar con plantas de tratamiento adecuadas es proteger la salud de nuestra población –concluyó.

Para mayor información sobre estos talleres contacte a Margarita Cisneros dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx



ENTREVISTA CON EL DR. JON IZA LÓPEZ, DE LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, INVITADO DEL DR. SIMÓN GONZÁLEZ, DE LA SUBDIRECCIÓN DE HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

El Dr. Iza vino al Instituto de Ingeniería invitado por el Dr. González, especialmente para impartir el curso “Química del agua y sus aplicaciones en el tratamiento de aguas residuales”, que finalizó a principios de mayo pasado.

Jon Iza es químico de origen pero trabaja en ingeniería, asunto que expresa de la siguiente manera: “si uno camina como pato, se mueve como pato y dice *cuac* como pato, entonces posiblemente es un pato”. Hizo su doctorado enfocado al tratamiento de aguas residuales, luego un par de posdoctorados en los mismos temas en Holanda y en EE. UU. Al terminar, regresó a laborar a principios de 1991 a la escuela de ingeniería de Bilbao de la Universidad del País Vasco, donde estuvo durante 20 años. Hace un par de años le surgió la oportunidad de trabajar en Vitoria, también en la misma universidad, pero ahora en la Facultad de Ciencias Ambientales, aunque nunca ha dejado de colaborar con sus colegas de Bilbao, comenta. También es miembro de la comisión académica de dos programas de posgrado, uno de maestría en Ingeniería ambiental, y otro de doctorado, ambos en conjunto con la Universidad de Cantabria, Santander.

La Universidad del País Vasco es la segunda universidad más antigua de España (1897), después de la de Madrid, y está reconocida como una de las mejores en ingeniería. Actualmente tiene 4000 alumnos de ingeniería superior y 4 escuelas de ingeniería técnica. Fue en esta escuela de ingeniería donde el Dr. Iza realizó su carrera académica, la que inició como profesor asistente, luego como profesor titular y finalmente como profesor catedrático.

El Dr. Iza nos dice orgulloso: “a Vitoria, mi ciudad, le acaban de otorgar la mención honorífica como ‘capital verde’ europea, pues



■■■■■■■ POR JOSÉ MANUEL POSADA DE LA CONCHA ■■■■■■■
Y ELENA NIEVA SÁNCHEZ

desde el punto de vista ambiental es recomendable por su sostenibilidad en el transporte, el uso del agua y el bajo consumo energético. Tiene 250 mil habitantes y todo el centro es peatonal”.

Después de algunas invitaciones que amablemente nos hace para visitar esa región al norte de España, nos comenta sobre la química del tratamiento del agua y el curso que impartió:

“El problema con la docencia de la química, en general, es que se enseñan muchas cosas, y de cierta forma se nos dice ‘la química es así y aquí la tienes’. Pero cuando se debe utilizar la química para un objetivo muy definido, como el tratamiento biológico de aguas residuales, hay cosas que faltan y cosas que sobran.”

La experiencia anterior la ha vivido el Dr. Iza, por lo que tiene el bagaje que le permite conocer claramente lo que se necesita saber de química para temas específicos. Por eso, el curso que impartió no es un curso de química como tal, sino de química del agua enfocada a los procesos de tratamiento biológico.

Acerca de su experiencia laboral, Jon Iza nos dice que trabajó en Holanda con procesos de alta temperatura, procesos termófilos, con agua a 60 °C. Comenta que es interesante porque en diferentes condiciones de temperatura se pueden adaptar procesos a distintas condiciones. Si se hace el tratamiento de una destilería, por ejemplo, el agua residual que sale está caliente, y se puede aprovechar directamente y hacer un tratamiento a 60 °C, justo bajo los procesos que él estudió. Estos procesos son para aguas muy cargadas; esto es, un agua residual promedio puede tener 500 mg por litro de materia orgánica, pero un agua residual orgánica de una industria puede tener 2, 10, 20 o 100 g, ¡mil veces más!

El uso de estos microorganismos (materia orgánica) comenzó a ser muy importante a partir de la crisis de la década de los 80. Hasta entonces, la mayor parte de los procesos eran biológicos pero utilizaban oxígeno, lo que se observa en los típicos reactores donde hay unas batidoras cuya función es introducir aire en el agua. Los microorganismos utilizan ese oxígeno, muy similar a como nosotros utilizamos el oxígeno y el alimento para crecer, que en este caso es el agua residual. El problema es qué hacer con las bacterias que se han creado, por lo que debe realizarse un tratamiento de los fangos por medio de un proceso anaerobio, en el que no se introduce oxígeno, y al no introducirlo no se tiene ese consumo.



El proceso genera gases, como el biogás, que tiene metano y CO₂. A la salida de ese sistema, el biogás puede utilizarse para quemar y para obtener energía. Entonces, es un tratamiento en el que no es necesario introducir energía en forma de agitación, ni oxígeno, y además se obtiene metano, que desde el punto de vista energético es muy bueno. Sin embargo, tiene dificultades de operación, por lo que se ha investigado profundamente, y por lo tanto hay muchas instalaciones funcionando. Hay miles de plantas de hasta 10 000 m³ para tratar grandes volúmenes de agua.

Cuando se está haciendo el tratamiento de esos compuestos en el agua, los procesos biológicos tienen sus necesidades; entonces hay que conseguir que el pH sea el adecuado, que las condiciones de oxidación y reducción sean las ideales, y que haya suficientes nutrientes de manera controlada. Se debe evitar que falten o sobren cosas, para lo que la química nos ayuda a hacer las modificaciones necesarias. Tal vez no haya en existencia ciertos aspectos del compuesto, o no se puedan eliminar, por lo que habrá que dejarlos para que, al reaccionar con un producto, no se genere toxicidad. La idea es que la química permite modificar muchas de esas condiciones, para que nuestro proceso de tratamiento funcione correctamente y se obtengan rendimientos grandes. Todo esto se estudió en el curso.

Por lo dicho de varios asistentes al curso, se trató de uno de los mejores que se han dado en México en el ramo, y se espera que pronto el Dr. Iza regrese a impartir otros del estilo.

Jon Iza remata la plática con algunas costumbres vascas: la tradición en Vitoria, País Vasco, era el mayorazgo, es decir, el hermano mayor se quedaba con todo porque generalmente no alcanzaba para los demás hermanos, ya que si se fraccionaba una propiedad, no era sostenible. Los hermanos tenían que irse, aunque las mujeres podían quedarse en casa, siempre y cuando trabajaran. Los hombres se volvían navegantes, curas, militares, frailes; por eso la dispersión tan grande de vascos en México, y por lo tanto la existencia de muchos apellidos vascos en estas tierras. El hermano mayor le daba a los menores una teja y una moneda; la teja, para ponérsela en la cabeza, para que se protegieran de las inclemencias, y la moneda, para hacer fortuna.

Lo que nunca nos aclaró el Dr. Iza es si él fue el más grande de sus hermanos, y por eso tuvo que recorrer el mundo, bien aprovechado en el estudio de las aguas residuales. ❧

Para mayor información del Dr. Jon Iza contacte al Dr. Simón González dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx



MÉTODO DE SVANIDZE PARA LA GENERACIÓN DE TORMENTAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO (PRIMERA ETAPA)

PARTICIPANTES: RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA, MARITZA L. ARGANIS JUÁREZ, ALEJANDRO MENDOZA RESÉNDIZ, ELISEO CARRIZOSA ELIZONDO, BERNARDO ECHAVARRÍA SOTO, JUAN JOSÉ BAÑOS MARTÍNEZ Y HUMBERTO GUZMÁN GARCÍA
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

INTRODUCCIÓN

En el análisis de eventos hidrológicos extremos es necesaria la generación de series de tiempo más largas que las registradas históricamente. Es importante que las series sintéticas reproduzcan las características estadísticas de las series históricas, sus autocorrelaciones y las posibles correlaciones cruzadas. Los registros sintéticos pueden usarse posteriormente para simular el comportamiento del sistema hidrológico analizado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante 22 años el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) ha operado una red de 49 estaciones pluviográficas que registran información en tiempo real; de esa temporalidad, solo 12 años de información son continuos. El crecimiento acelerado de la ciudad de México hace necesario estudiar tanto las lluvias de gran magnitud puntual, como aquellas que por su extensión espacial pueden causar problemas al sistema general de drenaje y al control de crecientes.

JUSTIFICACIÓN

Las estadísticas de lluvias en 24 horas pueden considerarse confiables, pero no incluyen suficientes escenarios extremos. Los modelos de generación de tormentas deben considerar la posible dependencia entre el máximo puntual y la extensión espacial de las tormentas o la persistencia temporal. Es importante contar con modelos que constituyan una herramienta práctica y sencilla para generar eventos de tormentas que pueden tener condiciones más extremas que los históricos.



OBJETIVOS Y ALCANCES

Desarrollar un método para generar tormentas sintéticas para datos de tormentas diarias máximas. Una vez que el método ha sido validado, habrá que extender la metodología para incluir las variaciones temporales para su aplicación a nivel horario.

Se aplicó un modelo de generación de tormentas basado en el método de Svanidze, en el que con un doble procedimiento se selecciona aleatoriamente, por un lado, un valor de la precipitación máxima sintética obtenida a partir de la función de distribución que se determina de los registros de precipitaciones máximas anuales; y, por otro lado, se selecciona aleatoriamente una tormenta histórica y se escala multiplicando los valores registrados en cada estación por una constante tal, que en el centro de la tormenta se obtenga la precipitación máxima sintética

Se utilizó la información histórica que registra el SACM para 49 estaciones de la red pluviográfica de la zona metropolitana del año 1988, cuando se presentó un evento de gran magnitud, y para el periodo de años de 1993 a 2008. Los datos dudosos fueron filtrados.

VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El desempeño del procedimiento propuesto se evalúa mediante la comparación de las funciones de distribución de las precipitaciones media y máxima de las tormentas generadas, con las distribuciones de las históricas.

Una vez que se logra reproducir adecuadamente las funciones de distribución de los valores máximos y medios de las tormentas históricas, se comprueba si también se reproducen los parámetros estadísticos de las lluvias registradas individualmente en cada una de las estaciones climatológicas.

APLICACIÓN Y RESULTADOS

Se produjeron 1000 tormentas sintéticas con el procedimiento de generación mencionado, y se obtuvieron las funciones de distribución de las precipitaciones medias y máximas para compararlas con las históricas (figura 1).

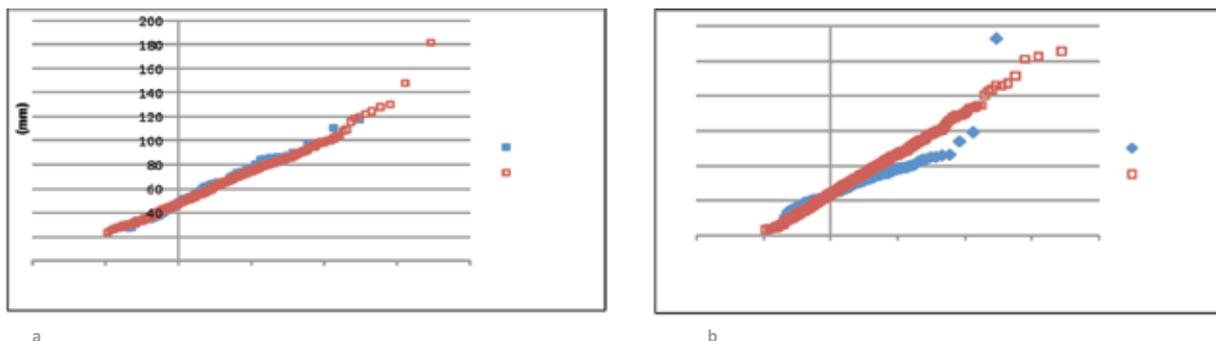


Figura 1. Funciones de distribución de probabilidad empírica histórica y sintética (a) para la precipitación máxima y (b) para la precipitación media.

Debido a que la función de distribución de las medias no se reproduce bien, se realizó un análisis más minucioso de la correlación entre valores máximos y valores medios. Si bien la figura 2 (a) parece indicar que la distribución espacial de la tormenta es independiente de su valor máximo, esto se debe a que al calcular los valores interviene el valor máximo, es decir, se obtiene una correlación espuria.

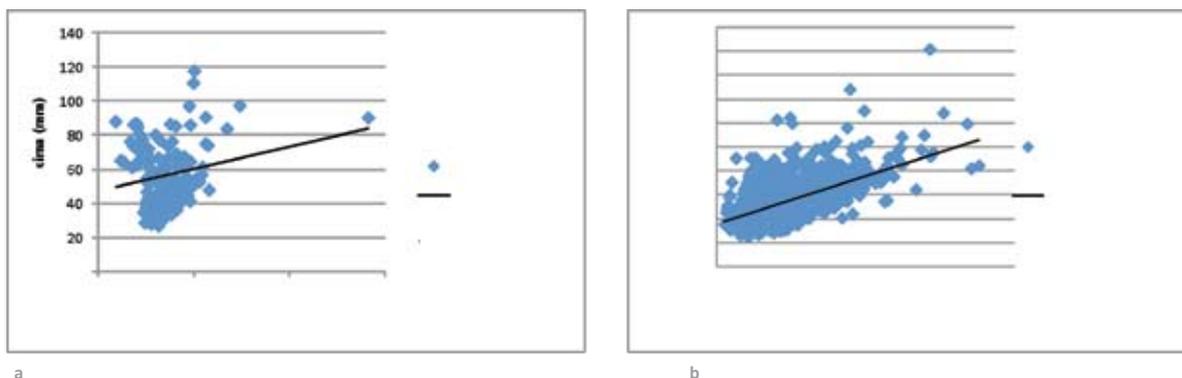


Figura 2. Relación entre la precipitación media espacial y la precipitación máxima para (a) las 143 tormentas históricas y (b) las 1000 tormentas sintéticas primer procedimiento.



Se definió entonces un índice de extensión espacial (IEE) dividiendo cada valor medio entre su respectivo máximo (con lo que se elimina la correlación espuria). En la figura 3 se observa que la magnitud del máximo y la distribución espacial de las tormentas sí están correlacionados.

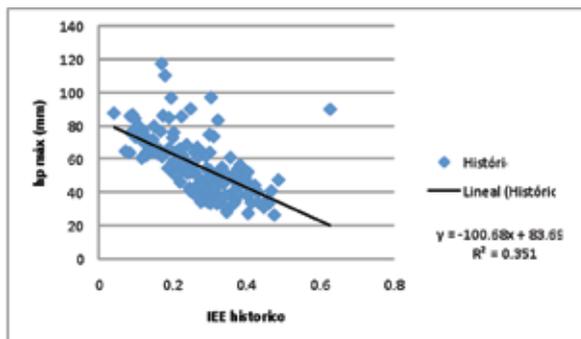


Figura 3. Relación entre el índice de extensión espacial y la precipitación máxima.

En un intento de eliminar esta correlación se decidió separar la población en dos grupos de tormentas: las tormentas grandes, con los 71 datos por arriba de la mediana de la muestra, y las tormentas pequeñas, las 72 restantes, por debajo de la mediana. Al obtener el índice de extensión espacial ya casi no se observa correlación (figura 4).

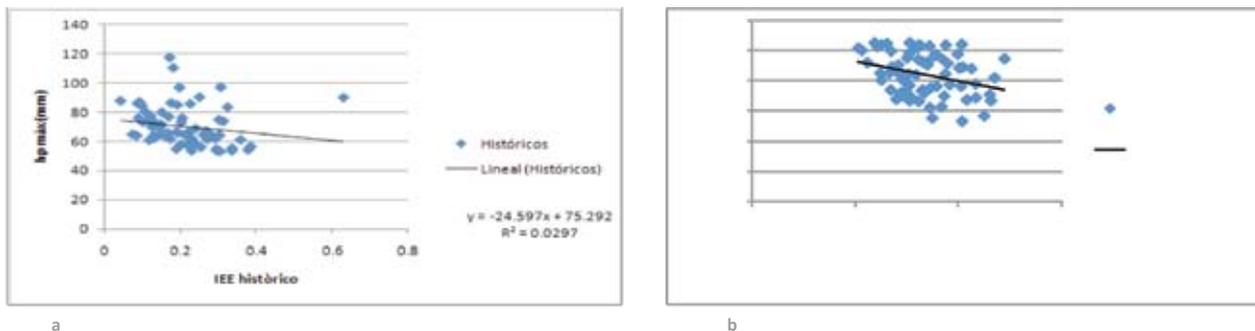


Figura 4. Relación entre el índice de extensión espacial y la precipitación máxima para los datos históricos: (a) tormentas grandes y (b) tormentas pequeñas.

SEGUNDO PROCEDIMIENTO DE GENERACIÓN

Se generaron otras 1000 tormentas sintéticas con el nuevo procedimiento. Se consideró que si $PSMAX_x \geq$ la mediana, entonces se seleccionaba aleatoriamente una tormenta del grupo de las tormentas grandes y, en caso contrario, del grupo de las tormentas chicas. Al comparar las funciones de distribución de la hp máx. y hp media se observó una mejor coincidencia con este segundo procedimiento de generación (figura 5). Adicionalmente, el índice de extensión espacial tiene un comportamiento similar al histórico (figura 6). Finalmente se compararon los estadísticos estación por estación; se observó buena concordancia, como se muestra en la figura 7, para el caso de la precipitación media.

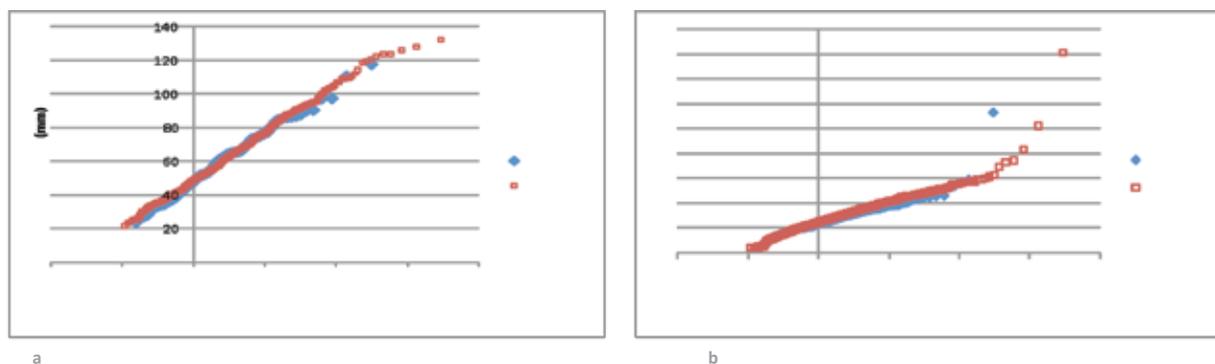


Figura 5. Función de distribución de probabilidad empírica histórica y sintética (a) para la precipitación máxima y (b) para la precipitación media. Segundo procedimiento de generación.

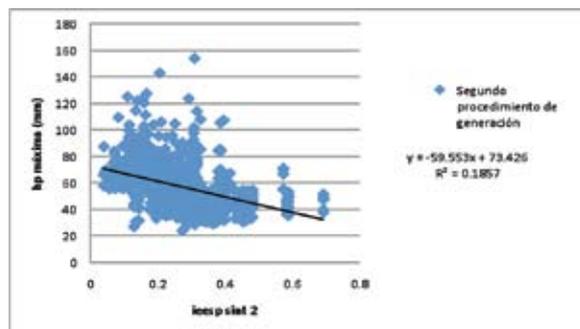


Figura 6. Relación entre el índice de extensión espacial y la precipitación máxima.

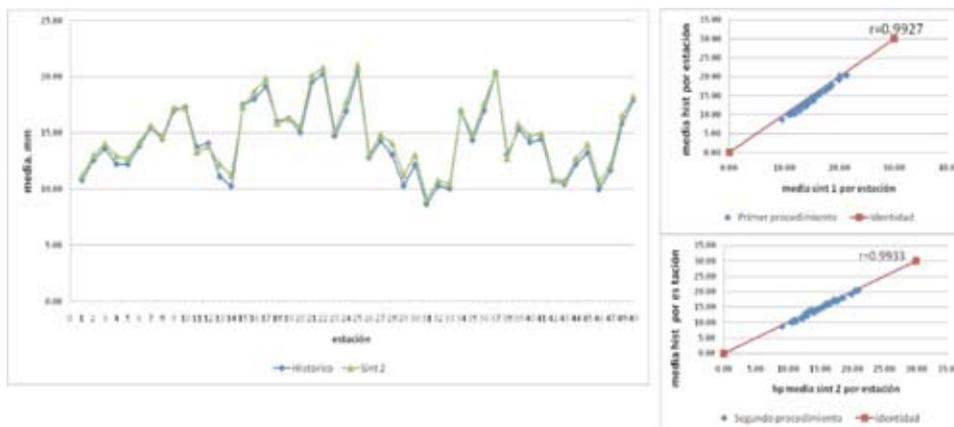


Figura 7. Comparación de la media de la precipitación estación por estación.

CONCLUSIONES

En esta primera etapa se corroboró la aplicabilidad del método generador de tormentas a nivel diario. Como un resultado adicional se puede citar que cuando se consideró dividir la serie histórica de tormentas máximas en dos grupos, se identificó una correlación relativamente alta en el grupo de tormentas pequeñas, lo que no se esperaba, y motivó a que en la segunda etapa se contemple hacer una separación de las tormentas máximas en tres grupos para analizar si con ello mejora el proceso de generación sintética. ❄️

DIRECTORIO

UNAM

Rector
Dr. José Narro Robles

Secretario General
Dr. Eduardo Bárzana García

Secretario Administrativo
Lic. Enrique del Val Blanco

Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Francisco José Trigo Tavera

Secretario de Servicios a la Comunidad
M. en C. Miguel Robles Bárcena

Abogado General
Lic. Luis Raúl González Pérez

Coordinador de la Investigación Científica
Dr. Carlos Arámburo de la Hoz

Director General de Comunicación Social
Enrique Balp Díaz



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

INSTITUTO DE INGENIERÍA

Director
Dr. Adalberto Noyola Robles

Secretario Académico
Dr. Ramón Gutiérrez Castrejón

Secretario de Planeación y Desarrollo Académico
Dr. Francisco José Sánchez Sesma

Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Manuel Jesús Mendoza López

Subdirector de Hidráulica y Ambiental
Mtro. Víctor Franco

Subdirector de Electromecánica
Mtro. Alejandro Sánchez Huerta

Secretario Administrativo
C. P. Alfredo Gómez Luna Maya

Secretario Técnico
Arq. Aurelio López Espindola

Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación
Fís. José Manuel Posada de la Concha

GACETA II

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 25 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2005 041412241800 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, Edificio Fernando Hirriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

Editor responsable
Fís. José Manuel Posada de la Concha

Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero

Corrección de estilo
Lic. Elena Nieva Sánchez
Nota: en las páginas 12-14 y en el apartado de la página 23 se respetaron los escritos originales.

Diseño
Lic. Ruth Pérez

Impresión
Navegantes S.A. de C.V.

Distribución
Fidela Rangel

Libertad es búsqueda de libertad. Nunca la alcanzaremos completamente. La muerte nos advertirá que hay límites a toda historia personal. Pero entre la vida y la muerte, entre la belleza y el horror del mundo, la búsqueda de libertad nos hace, en toda circunstancia, libres. Carlos Fuentes

LAS PREPOSICIONES IV

Cuando se usan dos o más palabras a las que corresponde la misma preposición, es mejor no repetir la preposición para cada una de ellas. Por ejemplo, decir: *Por la mala educación, por la pobreza, por las corruptelas y por la inercia mental...*, solo se justifica si queremos enfatizar con la repetición. Lo conciso es: *Por la mala educación, pobreza, corruptelas e inercia mental...*¹. Así, si encontramos en un escrito: *en la tabla 5.1 y en la fig 5.6...*, es bueno quitar el segundo *en*; es suficiente dejar: *en la tabla 5.1 y la fig 5.6*.

Sin embargo, cuando se trata de palabras a las que corresponden preposiciones diferentes, se debe conservar cada una de ellas y los filólogos insisten, a veces con poco éxito, en que hay que incluir todas las preposiciones que sean necesarias, aunque muchos hablantes aprovechen una sola para casos diferentes. Por ejemplo, se simplifica al decir: *Entrar y salir del quirófano*, pero debería decirse: *Entrar en el quirófano y salir de él... Antes, durante y después del temblor* es lo más usado, pero —dado que *antes* y *después* llevan la preposición *de*, y *durante* no necesita preposición—, lo aconsejable es escribir: *antes del temblor, durante él y después de él*, o *antes de, durante y después del temblor*. Un ejemplo más: *Él asistía e intervenía en las reuniones* puede mejorar si se dice: *Él asistía a las reuniones e intervenía en ellas*.

CON Y CONTRA

La preposición *con* expresa compañía, unión, afinidad: *Se reunió con los candidatos. Labora con su esposa. Salió con Juan. Está con el movimiento juvenil. Pactó con la jefa*. También indica modo, medio o instrumento: *Escribía con pluma estilográfica, con pasión, con urgencia, con certeza y, sobre todo, con la cercanía de sus libros*. Como es de esperarse, *contra* expresa lo contrario, oposición, desacuerdo, ataque: *Pedí la vacuna contra la gripe. Estudió contra la voluntad paterna. Luchó contra la*

dictadura. Es eficaz contra el cáncer. Atentan contra la dignidad. Deme algo contra el dolor. Contra la mentira...

DE Y EN

La preposición *de* expresa relaciones de posesión, pertenencia y origen, principalmente, además de modo, materia y tiempo: *Es el libro de Juan. Es una zona de Acapulco. Vienen de China. Estaba de rodillas. Sé ese poema de memoria. Está hecho de madera de pino. Solo de noche vienes. Partiremos de madrugada*. En algunos casos, los significados de *de* y *en*, al expresar lugar, tiempo y modo, son iguales y, además, suelen aparecer juntos con frecuencia. La solución es tratar de alternarlos para que el sentido se perciba mejor. Por ejemplo, *Instituto de Investigaciones de Matemáticas Aplicadas y de Sistemas*, creo que mejora si queda en: *Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas*. ¿No creen?

Por otra parte, el uso de *en* es superfluo cuando antecede a *dónde* y *dondequiera*, que tienen su mismo sentido: ~~En~~ *dondequiera que se aloje. En la región en donde el aire es más límpido*.



Olivia Gómez Mora (ogmo@pumas.iingen.unam.mx)

¹ Notarán que en la oración simplificada también se han eliminado los artículos, salvo el primero (como aconseja Carmen Meda en la pág 44, de sus *Cuadernillos*) a pesar de que los sustantivos tienen diferente género y número.



series instituto, de Ingeniería

**CASI 700 TÍTULOS DE TODAS
LAS ÁREAS DE LA INGENIERÍA.
DESCARGA GRATUITA**

SERIE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (AZUL)

- Investigaciones del Instituto de Ingeniería
- Arbitradas por especialistas nacionales e internacionales
- En español o inglés

SERIE MANUALES (VERDE)

- Normas, reglamentos, manuales, bases de datos

SERIE DOCENCIA (OCRE)

- Temas especializados de cursos universitarios

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

<http://www.ii.unam.mx> (PUBLICACIONES)

- Gratuitamente accesibles en todo el mundo
- Catálogo (2012-1956)
- Instrucciones a los autores

Inf: 56 23 36 00 ext 8114

