



INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
**UNAM**

# GACETA

DEL INSTITUTO  
DE INGENIERÍA UNAM

NÚMERO 110 · MAYO, 2015

ISSN 1870-347X

## EDITORIAL

Un laboratorio nacional de  
CONACyT para nuestro instituto

## REPORTAJES DE INTERÉS

Sistema de Monitoreo de la  
Piezometría y de los Hundimientos

## ENTREVISTA

Francisco Armando Rangel Ordoñez



## UNAM

Rector  
Dr. José Narro Robles

Secretario General  
Dr. Eduardo Báizana García

Secretario Administrativo  
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

Secretario de Desarrollo Institucional  
Dr. Francisco José Trigo Tavera

Secretario de Servicios a la Comunidad  
Lic. Enrique Balp Díaz

Abogado General  
Dr. César Iván Astudillo Reyes

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

Director General de Comunicación Social  
Renato Dávalos López

## INSTITUTO DE INGENIERÍA

Director  
Dr. Adalberto Noyola Robles

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

Secretario Administrativo  
Lic. Salvador Barba Echavarría

Secretario Técnico  
Arq. Aurelio López Espíndola

Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

## GACETA DEL 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 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 2005 041412241800 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriar, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, México, DF, tel. 5623 3615.

Editor responsable  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

Reportera  
Lic. Verónica Benítez Escudero

Corrección de estilo  
Arq. Elena Nieva Sánchez

Fotografías  
Lic. Verónica Benítez Escudero  
Sandra Lozano Bolaños  
Lic. Ruth Eunice Pérez Pérez

Diseño  
Lic. Ruth Eunice Pérez Pérez

Impresión  
Navegantes S. A. de C. V.

Distribución  
Guadalupe De Gante Ramírez

## Un laboratorio nacional del CONACyT para nuestro instituto

**E**l pasado mes de abril recibimos la buena noticia de que el CONACyT otorgó apoyos para seis nuevos laboratorios nacionales a igual número de propuestas sometidas por académicos de la UNAM. Con esto, ya llegan a 21 los laboratorios nacionales que están a cargo de nuestra universidad. Entre esos seis se encuentra el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC), primer apoyo de ese tipo que recibe el Instituto de Ingeniería. Este laboratorio estará basado en nuestra Unidad Académica de Sisal, Yucatán, y participan como socios el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) y el Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste A. C. (CCGSS) en Villahermosa, Tabasco.

El LANRESC está diseñado para ser la base de una amplia colaboración académica con el fin de realizar investigación interdisciplinaria y multiinstitucional enfocada en el estudio integral de los procesos físicos terrestres, el océano y la atmósfera que convergen e impactan las zonas costeras de México, Centroamérica y el Caribe. En un esquema novedoso para nuestra práctica académica, el nuevo laboratorio abordará la caracterización y el estudio del comportamiento, la variabilidad y la resiliencia de los diversos ambientes costeros y sus procesos. Pero no solo eso, sino que, con base en el liderazgo de nuestros académicos, incursionará en la identificación y la propuesta de soluciones sostenibles para la adaptación o transformación de sus sistemas socioambientales ante perturbaciones de diferente naturaleza, como intervenciones antropogénicas, eventos extremos y cambio climático.

En una visión a mediano plazo, el LANRESC se caracterizará por su amplia vinculación con los diferentes sectores de la sociedad, con el fin de contribuir efectivamente a la solución de problemas en áreas litorales y a sustentar la formulación de políticas públicas e iniciativas orientadas a salvaguardar la integridad de los ecosistemas y los asentamientos humanos de las zonas costeras, considerando el aprovechamiento sustentable de sus recursos. Entre los productos y servicios que ofrecerá, buscando soluciones integrales para el manejo sustentable de la zona costera, se encuentran sistemas de monitoreo en tiempo real, sistemas de predicción y alerta temprana ante eventos extremos, estudios de factibilidad energética de recursos oceánicos y sobre calidad y disponibilidad de agua en zonas costeras, asesoría técnica y transferencia tecnológica para problemas concretos.

Ya existen compromisos en el corto y mediano plazo, tales como el montaje y la operación de observatorios costeros en Yucatán, Tabasco y Sonora, y un portal de Internet para la consulta de registros de las diferentes variables que estos generen; la formación de recursos humanos a través de la participación en programas de maestría y doctorado dentro del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad y mediante la impartición de cursos cortos para tomadores de decisiones, investigadores, estudiantes y técnicos que trabajen en sistemas costeros; y la consolidación de las líneas de investigación del LANRESC reflejada en una producción científica sostenida en publicaciones de alto impacto.



## La Universidad de Yeungnam realiza visita al IIUNAM

Por Verónica Benítez Escudero

En el largo plazo se espera que el LANRESC se convierta en un referente en investigación y formación de recursos humanos, así como en un aportador de soluciones a problemas relacionados con los sistemas costeros del país y la región, con una clara incidencia en la formulación de políticas públicas de los tres niveles de gobierno para la conservación y el aprovechamiento sustentable de las zonas costeras.

El logro de la aprobación del LANRESC, fruto de la colaboración de nuestros colegas de la Unidad Académica Sisal y sus contrapartes del ITSON y el CCGSS, es un paso más para consolidar nuestra presencia en el sureste mexicano. Viene a sumarse al otorgamiento de cuatro cátedras CONACyT el año pasado, ocupadas por jóvenes doctores ya integrados al trabajo académico y de vinculación que empieza a rendir frutos.

Termino esta página editorial señalando que en Sisal se está desarrollando hoy lo que se ha identificado como deseable para el Instituto de Ingeniería en un mediano y largo plazo: el trabajo interdisciplinario y el crecimiento ordenado basado en la planeación. Ambos aspectos son atendidos en la propuesta de reglamento interno, actualmente en su fase de discusión final en el Consejo Interno. La Unidad Académica Sisal proporciona evidencia temprana de la pertinencia de los cambios propuestos en ese documento tan importante para nuestra vida académica.

**Adalberto Noyola Robles**  
**Director**



Con el fin de fortalecer la colaboración entre las universidades, principalmente en cuanto a la movilidad académica de investigadores y estudiantes, así como al desarrollo de proyectos de investigación conjunta en áreas específicas, la Universidad de Yeungnam solicitó, a través de la Dirección General de Cooperación e Internacionalización de la UNAM, una visita académica al Instituto de Ingeniería de la UNAM, ya que ambas dependencias comparten intereses académicos.

El prestigio del Instituto de Ingeniería es internacionalmente conocido en varias de sus áreas de investigación, pero en esta ocasión se enfocaron en el tema de las estructuras. La visita, que tuvo lugar el 4 de mayo, consistió en una presentación a cargo del doctor Manuel Mendoza, subdirector de Estructuras y Geotecnia, durante la cual mostró los trabajos que se realizan en esta subdirección, para posteriormente visitar los laboratorios de Mecánica de Suelos, Canal de Oleaje, Vías Terrestres, el nuevo Túnel de Viento y la Mesa Vibradora, donde los doctores Osvaldo Flores, Rodolfo Sierra, Roberto Gómez y el maestro Roberto Durán mostraron el equipamiento con que cuenta cada uno de estos laboratorios.

La delegación coreana estuvo integrada por los doctores Seok Kyun Noh, presidente; Cheong Ghi Chun, vicepresidente; el profesor Seung Hoon Shin, director de la Secretaría y Oficina de Relaciones Públicas; y Dong Hyun Nam, coordinador de Cooperación Internacional

Se espera que en breve se estrechen las relaciones entre ambas universidades y se establezca un intercambio de experiencias profesionales. |



## Helge Ryggvik: la experiencia noruega en la industria petrolera

Por Verónica Benítez y Valeria Juárez

El pasado 27 de abril se llevó a cabo la presentación del libro *Construcción de una industria petrolera nacional calificada: la experiencia noruega*, por el autor Helge Ryggvik, investigador del Centro de Tecnología, Innovación y Cultura de la Universidad de Oslo.

Acompañado por Paolo Rosano, asesor político de la Embajada de Noruega en México, y de la señora Katarina Saætersdal, directora asistente del Departamento de Asuntos Internacionales y Europeos de la Confederación de Empresas de Noruega (NHO), Ryggvik comentó que la publicación de este libro se deriva del interés de Brasil por adoptar las políticas de la industria petrolera noruega. El autor subrayó que para muchos países europeos, Noruega es un modelo a seguir debido a su capacidad para la explotación de recursos como el petróleo, sin causar daños o perturbaciones a la sociedad. También mencionó el respeto que se tiene hacia los sindicatos petroleros en Noruega y el problema que se presentó en dicho país con la caída de los precios del petróleo.

Ryggvik recordó que durante los años noventa Noruega desarrolló diversas tecnologías para que los procesos en la industria petrolera fueran exitosos. Sin embargo, expresó que siempre se presentarán nuevos retos y, por consecuencia, el desarrollo de nuevas tecnologías debe ser constante.

En Noruega el petróleo es el producto de exportación más importante a nivel nacional. En 2013 representó una derrama económica muy por encima de otras industrias, incluida la pesca, una actividad que solía ser considerada la más importante del país.

El autor afirma que en su libro presenta el modelo noruego de la industria petrolera y el contexto en el que se diseñó, donde respeta



aspectos sociales que no deben dañarse. En pocas palabras, expresa en detalle la historia de éxito de la industria petrolera de Noruega.

Por último, Ryggvik comenta que entre Noruega y México existen diferencias importantes, como que en el primero está permitida la participación de compañías petroleras extranjeras, lo que sin duda promueve la competencia. Manifestó que en México esto no fue posible durante mucho tiempo.

Helge Ryggvik, investigador e historiador económico, realiza diversos estudios, de los cuales varios están relacionados con la industria petrolera en Noruega, con un enfoque de economía política, considerando como puntos importantes las relaciones de los seres humanos, la tecnología, la seguridad, el medioambiente y la salud. |



## Curso “Biología molecular para ingenieros: bases teóricas y aplicaciones”

Por Verónica Benítez Escudero



El doctor Adalberto Noyola, director del Instituto de Ingeniería, inauguró el curso “Biología molecular para ingenieros: bases teóricas y aplicaciones”, que impartieron los doctores Ulises Durán Hinojosa, Daniel de los Cobos e Iván Moreno, del IIUNAM.

“Esperamos que este curso que está dirigido a profesionistas no biólogos, cuyas investigaciones requieren de nuevas técnicas y nuevas metodologías en el campo de la biología, sea de gran utilidad para nuestros académicos -comentó el doctor Noyola-. Es la primera vez que se imparte un curso con este enfoque y esperamos que se lleve a cabo cada año”.

Por su parte, Daniel de los Cobos explicó que el curso tiene como objetivo brindar un panorama de la biología molecular y algunas aplicaciones al estudio de la diversidad microbiana en muestras ambientales; está dirigido al personal académico, honoristas, estudiantes o profesionales de la ingeniería que sean ajenos al tema. Este curso es para los interesados en este campo del conocimiento de manera introductoria.

“Las nuevas técnicas y metodologías para la biología se aplican en especial en microbiología, bioquímica y genética microbiana. Son muy útiles en investigaciones donde están involucrados procesos biológicos y se requiere la comprensión profunda de la dinámica de las poblaciones microbianas, pues ayudan a resolver preguntas sobre el funcionamiento o el control de dichos sistemas”.

“Las nuevas técnicas son muy utilizadas en el campo de la biología, ahora el reto es ampliar su uso en el campo de las ingenierías civil, ambiental, química, eléctrica, mecánica, o sea, de manera multidisciplinaria”.

Con este curso se espera, además de dar a conocer las técnicas básicas de biología molecular que se usan en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental del IIUNAM, fomentar el interés en el desarrollo y el uso de nuevas metodologías para el estudio de bioprocesos.

Un total de 89 personas asistieron al curso, entre los que se encontraban personal y becarios del Instituto de Ingeniería, de las facultades de Ingeniería, Química, Ciencias, de la Escuela Nacional Preparatoria, todas dependencias de la UNAM. También asistieron estudiantes del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, de la Universidad Tecnológica de México y de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. El curso tuvo una duración de cuatro días, durante los cuales se abordaron los fundamentos básicos de genética molecular, la expresión y la regulación génica, la filogenia y las bioinformática, las técnicas básicas para análisis de genes y algunas técnicas con aplicación en ingeniería, entre otros temas. |

## Nuevas tendencias en tecnologías del concreto

Por Verónica Benítez Escudero

Guadalupe Sierra Beltrán, investigadora en la Universidad Tecnológica de Delft, Holanda, quien realizó su tesis de maestría bajo la dirección del doctor Luis Esteva Maraboto en el Instituto de Ingeniería, presentó el pasado 21 de abril la conferencia “Nuevas tendencias en tecnologías del concreto”.

El tema de las tecnologías del concreto se ha estudiado en muchas universidades del mundo, en países como Japón, Estados Unidos, Nueva Zelanda y algunos de Europa, y ya se han hecho aplicaciones en obras de concretos de alto desempeño.

“Las nuevas tendencias del concreto -afirma la doctora Sierra- están enfocadas principalmente en la obtención de materiales más sustentables, más durables y que cumplan con requisitos específicos; dentro de eso estamos buscando, principalmente, materiales de alto desempeño no necesariamente alta resistencia. Con estas ideas en mente estamos interesados en los materiales en los que se puedan utilizar desechos tanto industriales como de la agricultura o desechos de aguas hervidas. También estamos buscando autorreparación para reducir costos de mantenimiento”.

“Utilizar desechos industriales o agrícolas, como la biomasa, nos da la oportunidad de tener un cemento con menor impacto ambiental y un concreto con una mayor sustentabilidad. En el caso de la biomasa incluso podemos generar energía, pero al hacerlo también se generan otros tipos de desecho adicional, como la ceniza, la cual se puede usar como materia prima para producir cemento, o bien como material adicional al cemento con lo que se puede lograr algún concreto más sustentable”.

“En mi tesis doctoral trabajé con fibras de madera para obtener un material dúctil, pero no de alta resistencia, con el fin de aplicarlo en viviendas de interés social en zonas sísmicas, como México, y lo logramos”.

“Los últimos cuatro años los he dedicado a trabajar con materiales de concreto autorreparable con bacterias, y me he enfocado en el desarrollo de un mortero como material de reparación para una mejor compatibilidad con el concreto, con las funciones de autorreparación y ductilidad. Añadir bacterias al concreto permite pensar en la posibilidad de un concreto autorreparable, con o sin fibras”.

“Uno de los beneficios al usar material de autorreparación es la reducción de costos en el mantenimiento y no causar incomodidad a los usuarios, lo que también representa costos muy altos. Nuestra idea principal es mejorar la durabilidad y reducir costos de mantenimiento”.

“En cuanto a las aplicaciones del material de reparación, en Holanda hemos tenido muy buenos resultados tanto en ambientes muy

secos como en los muy húmedos. También en Ecuador hemos utilizado el concreto autorreparable en los canales de riego de la zona andina, donde tenían problemas por el agrietamiento del concreto, lo que ocasionaba pérdidas de grandes cantidades de agua que debía estar destinada a los cultivos. Hicimos una aplicación relativamente pequeña de este concreto autorreparable y hasta el momento no ha sufrido ningún agrietamiento, por lo que consideramos que el concreto tiene una mejor calidad. Ahora estamos en espera de que haya algún agrietamiento para poder saber si hay capacidad autorreparable. En este proyecto un punto muy importante fue que se involucró a los agricultores, que son los dueños y beneficiarios; ellos se interesaron y junto con la delegación que venía de Holanda aprendieron a preparar por sí mismos este concreto autorreparable. La delegación holandesa preparó un tramo y al día siguiente ellos continuaron por su cuenta”.

“En lo personal, como mexicana, me encantaría tener un convenio de colaboración con mi país y me gustaría mucho que fuera a través del Instituto de Ingeniería, porque creo que habría muchas cosas que podríamos hacer en conjunto y beneficiarían mutuamente, pero al momento es una colaboración muy informal a través del doctor Esteva. Sin embargo, estamos abiertos a cualquier posible tipo de colaboración”.

“Trato de venir a México cada año y siempre es muy grato encontrarme con personas que significaron tanto para mí, de quienes pude aprender mucho. Es muy satisfactorio poder colaborar con algo de conocimiento y devolverle al Instituto de Ingeniería un poquito de lo mucho que recibí de él” -concluyó. |



## Premio Nacional de Ingeniería y Arquitectura 2013

Por Verónica Benítez Escudero

Fernando González Villarreal y Enrique García Formenti recibieron el Premio Nacional de Ingeniería y el de Arquitectura, respectivamente, de manos del rector José Narro Robles, acompañados por el jefe de gobierno de la ciudad de México, Miguel Ángel Mancera, y otras distinguidas personalidades, el pasado 14 de abril.

En una emotiva ceremonia que tuvo lugar en el Palacio de Minería, miembros de asociaciones, personal académico de universidades y escuelas de educación superior, familiares y amigos se dieron cita para presenciar la entrega de los premios nacionales de Ingeniería y Arquitectura que otorga la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM).

A continuación transcribimos el discurso de aceptación del doctor González Villarreal al recibir su premio.

“Estimados miembros del presídium, colegas ingenieros y arquitectos, querida familia, amigos todos:

Es un gran honor para mí recibir el Premio Nacional de Ingeniería. Agradezco a las organizaciones y entidades que propusieron mi candidatura, así como al Patronato de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México por considerarme merecedor de este reconocimiento.

No puedo pensar en un mejor escenario para recibir el premio con el que hoy se me distingue. Me encuentro rodeado de mi familia, amigos y compañeros de vida; estamos reunidos en el Palacio de Minería, un lugar emblemático para los universitarios y, en particular, para los ingenieros mexicanos; y lo recibo de las manos de mi rector, el Dr. José Narro Robles, y del jefe de gobierno.

Este premio es, sin duda, producto del apoyo de mi familia, en particular de mis padres, de mis maestros en la UNAM y de mis compañeros de trabajo, tanto en la academia como



en la administración pública, las organizaciones internacionales y la empresa privada. Comparto con todos ellos mi gran satisfacción.

Cuando me debatía para elegir mi carrera, me tocó sufrir con mis padres los embates de la gran inundación de la cuenca del río Pánuco, en 1955. Nuestro patrimonio familiar se esfumó; muerte y destrucción se cundieron por doquier. Pienso que ello me llevó a decidir ser ingeniero para transformar un medio natural adverso, mitigar los riesgos por fenómenos naturales y, sobre todo, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de nuestro país.

Para nosotros los ingenieros el conocimiento científico se convierte en la materia prima con la cual diseñamos y creamos estructuras, máquinas y procesos que mejoran la vida de los seres humanos. Gracias a la ingeniería mexicana contamos con infraestructura que ha conectado comunidades aisladas y ha mejorado los espacios públicos que fortalecen la unidad y la comunicación. Gracias a ella contamos, entre otras cosas, con más de 6 millones de

hectáreas de riego que proporcionan la mitad de los alimentos del país, 91 % de la población tiene agua potable y 98 % tiene electricidad.

México me ha dado la oportunidad de participar en muchos programas relevantes. La construcción de las grandes presas, como Huites y Cerro de Oro, implicó enfrentar retos, tanto técnicos como económicos y sociales, y la coordinación de miles de personas para lograr la protección contra inundaciones de amplias regiones, la generación de energía eléctrica y el aumento de la producción de alimentos.

Al lado de las grandes obras, como los acueductos de la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, están en mi memoria el júbilo de la población durante la inauguración del sistema de agua potable de una apartada aldea de pescadores llamada Punto Abreojos, en Baja California Sur, a la cual pudimos darle agua potable. Más allá de la grande infraestructura, probablemente mi mayor satisfacción como ingeniero fue la multitud de pequeñas obras que mejoran la productividad y el bienestar de los habitantes.

Sin duda las estructuras dejan huella, pero la construcción de instituciones es quizá un asunto aún de mayor trascendencia. Al reflexionar sobre mi actuación, creo que la formación de la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Asociación Nacional de Usuarios de Riego, la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, la Ley de Aguas Nacionales de 1992 y el Plan Nacional Hidráulico es quizá lo más relevante de mi carrera como ingeniero.

Trabajar en la Universidad y participar en proyectos de importancia nacional al lado de jóvenes muy talentosos nos hace optimistas sobre el futuro de México y las posibilidades de competir globalmente; estos son los eventos de mayor motivación en mi trabajo.

A pesar de sus logros, la ingeniería mexicana presenta hoy señales de crisis y para afrontar los retos del futuro necesita reformarse en tres grandes áreas: la formación de los ingenieros, la competitividad de las empresas y la eficiencia del sector público.

1.- Necesitamos que la formación de los nuevos ingenieros estimule la innovación

y que se actualicen los planes y programas para que incorporen nuevos sistemas de pensamiento y enseñanza, preparen a los egresados para seguir aprendiendo toda la vida en un escenario de cambio tecnológico acelerado y al mismo tiempo se proporcionen las bases para analizar y replantear las políticas públicas.

2.- Las empresas de ingeniería requieren realizar cambios para competir en el ámbito internacional, necesitamos estimular en ellas la inversión en la preparación del personal técnico como parte esencial de sus actividades cotidianas. La formación básica se adquiere en las aulas; los ingenieros se hacen en la práctica de todos los días.

3.- El gobierno necesita fortalecer la capacidad técnica de las instituciones públicas, destinar más recursos con mayor oportunidad para la infraestructura, promover en forma decidida el fortalecimiento de las empresas mexicanas y lograr una vinculación efectiva entre la academia, la iniciativa privada y el sector público que facilite

la participación conjunta, en el diseño y la ejecución de los proyectos.

La humanidad ha entrado en un proceso cada vez más acelerado de cambio que se manifiesta en todos los ámbitos. En esta nueva etapa, la ciencia, la técnica, la educación y la ingeniería deben seguir siendo la clave para alcanzar una sociedad más igualitaria y más justa, con mayores niveles de bienestar y en un entorno de sustentabilidad ambiental.

Emprendamos pues los cambios para afrontar con creatividad y alto compromiso los retos del futuro; así, la ingeniería mexicana podrá constituirse en un motor de progreso y bienestar.

Agradezco nuevamente a todos por acompañarme en este día.

Hoy, al ingresar al distinguido grupo de colegas que han recibido el premio, estoy seguro de que decidir ser ingeniero fue para mí un gran acierto. Me siento muy orgulloso de serlo.

Gracias.” |

## Sistema de Monitoreo de la Piezometría y de los Hundimientos del Valle de México por extracción de Agua Subterránea

Por Verónica Benítez Escudero

La Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento y Saneamiento (CG-PEAyS), dependencia de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dirige y coordina un Sistema de Monitoreo de la Piezometría y de los Hundimientos del Valle de México por Extracción de Agua Subterránea (SIMOH).

Por encargo de la CONAGUA y con el apoyo económico del Fideicomiso 1928, el Grupo de Geoinformática de la Coordinación de Geotecnia del IIUNAM, encabezado por el

doctor Gabriel Auvinet y los maestros Édgar Méndez y Moisés Juárez, ha emprendido una serie de trabajos de recopilación y de análisis orientados a poner en marcha el SIMOH. Los resultados de estos trabajos correspondientes al periodo 2013-2104 fueron presentados a patrocinadores e invitados el 13 de febrero pasado en la terraza de la Torre de Ingeniería.

El SIMOH es un sistema constituido por bancos de datos y sistemas de información geográfica en los que se ha recopilado la in-

formación histórica y reciente sobre la piezometría y el hundimiento del valle de México. El objetivo es contar con datos confiables que permitan realizar interpretaciones del fenómeno y predicciones de su evolución.

Los problemas ocasionados en el valle de México por la extracción de agua son conocidos por todos. El hundimiento del subsuelo tiene graves repercusiones en la infraestructura de la ciudad; por ello, es sumamente importante reforzar el monitoreo y promover el uso



de técnicas de medición avanzadas. Además, es necesario desarrollar modelos analíticos y numéricos del fenómeno.

La preocupación del hundimiento de la ciudad se remonta a muchos años atrás, afirma el doctor Gabriel Auvinet, y recuerda que desde 1925 Roberto Gayol informó a la Sociedad de Ingenieros y Arquitectos de México que la ciudad capital se estaba hundiendo; años más tarde José A. Cuevas, iniciador de los estudios de mecánica de suelos en México, propuso a Nabor Carrillo que analizara la influencia de la extracción de agua sobre el hundimiento de la ciudad.

“Carrillo estableció que la pérdida de presión en los acuíferos del subsuelo lacustre por bombeo es la que provoca cambios en el estado de esfuerzos e induce el proceso de consolidación que origina los asentamientos. Gracias a los trabajos de nivelación de la superficie del terreno realizados periódicamente por distintas instituciones, entre las que destacan la Comisión Nacional del Agua, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México y la Comisión de Aguas del Estado de México, ha sido posible seguir la evolución del fenómeno hasta nuestros días”.

“Actualmente -continúa Auvinet- en algunos puntos del valle el asentamiento acumulado desde 1862 hasta 2015 alcanza 13.5 m y la velocidad de hundimiento llega a rebasar localmente los 40 cm por año; por ello, el SIMOH será una herramienta muy importante para recopilar, procesar, interpretar y difundir los resultados de estos trabajos históricos y recientes. El SIMOH está operando desde finales de 2013;

desde entonces ha concentrado su atención y esfuerzo en las actividades de recopilación, captura, procesamiento, definición de la instrumentación y normas, así como en el diagnóstico del estado actual de la instrumentación y el inventario de bancos de nivel, piezómetros y pozos existentes”.

Muchas son las evidencias del hundimiento regional del valle de México; entre ellas podemos mencionar el comportamiento de la columna de la Independencia, la Catedral Metropolitana y el Palacio de Minería.

Sobre este tema el doctor Daniel Reséndiz opina que “todos sabemos de la severidad de los problemas causados por el hundimiento del subsuelo; sin embargo, aún no hay conciencia generalizada de la importancia de medir con continuidad y con la precisión y la calidad necesarias la evolución de las causas y consecuencias del fenómeno. Medir todas las variables significativas de dichas causas y consecuencias es indispensable para dos grandes propósitos: el diseño de políticas públicas que permitan contender con el problema y que propicien la toma de decisiones racionales y bien informadas tanto por autoridades (federal, estatal o local) como por particulares interesados, y dar a todos los interesados y al público general información confiable y actualizada sobre la evolución pasada y futura del fenómeno”.

“En el pasado (décadas 1950-1970) el monitoreo del subsuelo del valle llegó a funcionar satisfactoriamente mediante su centralización en la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (habrá que recordar este

precedente y aprender de él cuando proceda). Reanudar hoy el monitoreo de modo centralizado no sería apropiado ni posible, dado que la extensión territorial afectada por el fenómeno abarca ya varias entidades de la república y tiene repercusiones crecientes en la sociedad y en la administración pública. Es importante tener todo esto en consideración porque las repercusiones en ese extenso territorio afectan a las finanzas públicas y privadas, al patrimonio público y privado, a las necesidades directas e indirectas de protección civil en el territorio afectado y a la distribución de responsabilidades y funciones entre los tres órdenes de gobierno”.

Consciente de la magnitud de la problemática y con el apoyo de la Dirección del Instituto, el Grupo de Geoinformática ha ampliado sus instalaciones y ha adquirido nuevos equipos. Cuenta ahora con el Supra Scan Quartz A1, el Contex HD y el PUMA Scan, que son equipos especializados con los que se podrá registrar información para crear una base de datos sobre los hundimientos y su relación con la extracción de agua. El Supra Scan es un equipo francés especial para escanear libros, cuenta con sensores especiales que balancean el material para calcular la presión que le va a aplicar al libro con el que se esté trabajando; la calidad del escaneo es muy buena, pero solo se puede utilizar en libros y su plancha es de 110 cm X 60 cm. El Contex HD escanea planos de longitud infinita y de 100 cm de ancho. Por último, el Puma Scan es un equipo que se diseñó dentro del IUNAM con el que se pueden escanear planos o libros de tamaño hasta A0, también con buena calidad.

Para alcanzar sus objetivos la Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento y Saneamiento de la CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la UNAM han unido esfuerzos para que el SIMOH proporcione a todos los interesados y al público en general una información cada vez más confiable y actualizada sobre la piezometría y el hundimiento del valle de México a través de su sitio de Internet.



# FRANCISCO ARMANDO RANGEL ORDOÑEZ



**M**i padre, Alfonso Rangel Ramírez, y mi madre, Ángela Ordóñez Rangel (no eran de la misma familia), se conocieron en Ixmiquilpan. Durante 13 años mi padre creció dedicado al campo junto con mi abuelo, hasta que uno de sus hermanos puso una tienda y le dio trabajo. Años después se independizó e instaló su propia tienda, que posteriormente fue la más grande de Ixmiquilpan.

Por la parte materna, mi abuelo dio carrera musical a todos sus hijos. La mayor estudió para pianista; el segundo estudió para ingeniero mecánico electricista y además era violinista de la Escuela Nacional de Música; la tercera estudió para quimicobióloga farmacéutica y era cantante, pues tenía una voz privilegiada; y mi mamá, que también estudió para quimicobióloga farmacéutica en la UNAM y terminó en la Nacional de Música con la especialidad de flauta transversa. Después trabajó como responsable de farmacias. Mi abuelo materno mandó a todos sus hijos al DF para que estudiaran en el Poli y en la UNAM.

De chico siempre me llamó la atención el trabajo de mis tíos Vicente y Rosendo, que eran ingenieros mecánicos y eléctricos del IPN; fueron muy destacados. Vicente fue fundador de la extensión Politécnico en Pachuca, incluso hay una calle que lleva su nombre, y en Zacualtipán, una escuela; mi tío Rosendo ocupó varios puestos importantes en el gobierno del DF: fue director de tranvías, subdirector de obras públicas en el DF, presidente de la Junta de Mejoras Materiales de Acapulco y director general de control en la SCT entre otros.

Estudié la carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Mi primer trabajo fue en la empresa Colinas y De Buen en 1965, que es sin duda una de las de mayor prestigio en el campo de las estructuras. Uno de mis profesores, Félix Colinas Villoslada, me recomendó. Con ellos trabajé durante dos años y el último proyecto en el que participé fue en el cálculo de un edificio de diez pisos, todavía en ese tiempo con análisis sísmico estático. Después entré a trabajar a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) y fue don Gerardo Cruikshank García, papá del doctor Carlos Cruikshank, quien me abrió las puertas de la Secretaría en 1967. Esta era un buen lugar para trabajar porque nos daban mucha capacitación. Entre los cursos que tomé estaban los que impartía la Asociación Mexicana de Caminos, el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, en la división de Educación Continua de la UNAM y otro más en el extranjero, como al que asistí en 1969 en la ciudad de Topeka, capital de Kansas, Estados Unidos, enfocado a ingenieros civiles interesados en el tema de las carreteras y que tuvo una duración de cuatro meses y medio.

Las carreteras y vías terrestres eran temas que me interesaban y el jefe del Departamento de Ensayo de Materiales, ingeniero Luis Balcázar Padilla, persona muy capaz y reconocida en el medio, me comentó que no había personal capacitado en ese momento que dominara estas especialidades. Durante el tiempo que trabajé en la SCOP pasé por varios departamentos: resistencia de materiales, instrumentación, soldadura, entre otros; conocía mucho sobre pavimentos y manejo de emulsiones y morteros asfálticos por haber visto en Topeka trabajos muy importantes de este tipo, por lo que decidí realizar mi tesis de licenciatura sobre ese tema bajo la dirección del ingeniero Luis Balcázar. Aunque me titulé cinco años después de que terminé la carrera, mi trabajo de tesis llamó la atención y fue publicado como libro técnico en la Secretaría de Comunicaciones, incluso está referenciado en el libro *Emulsiones asfálticas*, del maestro en Ingeniería Gustavo Rivera Escalante, quien es experto en el tema. En la tesis abordé también la protección de pavimentos de aeropuertos con tratamientos superficiales a base de morteros asfálticos, porque estos, a diferencia de otro tipo de mezclas, no desprenden material, que sin duda dañaría las turbinas de los aviones. En aquel entonces todos los estudios los hacíamos con equipos rudimentarios, la mayoría diseñados con ingenio propio.

En cuanto regresé del curso en Kansas me pusieron a cargo de la sección de pavimentos, que cambió de nombre por el de asfaltos. La sección creció y entonces controlábamos agregados, asfaltos y diseño de mezclas. Tenía a mi cargo un grupo de ingenieros y laboratoristas, y nuestro trabajo consistía en controlar las obras del gobierno federal en la ciudad de México y diseñar las mezclas para las carreteras y caminos de toda la república.

Antiguamente, para construir un camino se podían utilizar en el diseño de mezclas alguno de los cuatro métodos existentes: Marshall,

compresión sin confinar, Hubard Field y de Hveem; de estos el único que sobrevive es el método Marshall. Para saber cuál de estos sistemas debías emplear había que considerar la importancia del camino y los materiales existentes en la zona. El tema de los pavimentos ha ido evolucionando y a partir de los años 80 se prohibió combinar agregados con asfalto líquido diluido con solventes, pues contaminan; actualmente se usan las emulsiones para cuidar nuestro medioambiente.

Uno de los últimos cursos a los que fui enviado por la SCOP fue el que sustituía al curso de vías terrestres que se impartía en la División de Estudios Superiores, que se abrió en la División de Educación Continua con el nombre de "Actualización de vías terrestres", donde el ingeniero Roberto Magallanes impartía la materia de diseño de pavimentos; dominaba estos temas y era muy buen maestro.

En 1973 ingresé de medio tiempo al IUNAM para organizar el laboratorio; empezamos por separar los suelos de los agregados, estudiar los asfaltos, los diseños de mezclas y del control de calidad de una manera más racional. Nos dimos cuenta de que el equipo que teníamos era más bien para enseñanza en escuela, por lo que compramos compactadores mecánicos, un viscosímetro absoluto y cinemático, y se adaptaron aparatos para reblandecimiento de asfaltos. Se compró el compactador Marshall, ya que el que teníamos era manual, pero adquirimos uno mecánico y otro giratorio de Texas. Una parte importante fue la necesidad de apoyo de personal, por lo que inicié la capacitación de personal administrativo en un primer curso de laboratorio. Con estas nuevas herramientas empezamos a funcionar como laboratorio. Del equipo de vías terrestres, aun cuando cada uno conocía todos los temas que se manejaban en la coordinación, podemos decir que el ingeniero Santiago Corro, quien era el coordinador del área, estaba más concentrado en el diseño estructural de pavimento, apoyado por el ingeniero Guillermo Prado; el ingeniero Roberto Magallanes manejaba el tema de proyectos geométrico; el ingeniero Enrique Padilla Corona, la evaluación de carreteras. Sin embargo, no había un responsable en el laboratorio; digamos que yo me hice cargo junto con el ingeniero Prado. La verdad es que me interesaba mucho el laboratorio.

Después del sismo del 85 me quedé en el Instituto de tiempo completo. Esta decisión la tome por la limitación que se presentaba entre las salidas al campo por parte del trabajo de la SCOP y las necesidades que habían aumentado en el II. Consideré que ya no era posible atender la Oficina de Asfaltos y Concretos de la Secretaría; en algunas ocasiones salía a ciudades lejanas en avión y en la tarde estaba de regreso en el laboratorio del II.

Cuando estuve al frente de la Oficina de Asfaltos y Concretos tenía mucha responsabilidad, porque aunque me apoyaran varios ingenieros residentes de obra yo tenía que supervisar que el trabajo fuera el especificado. En esta oficina también llevábamos el control de todas las

plantas de fabricación de cemento Portland; estas plantas se encuentran en toda la república, pero tienen que mandar cada mes una muestra que se analiza en el laboratorio de la Secretaría y que debe tener las características físicas y químicas de un buen cemento, entre las que se encuentran principalmente la sanidad.

Hay varios tipos de cemento y a cada muestra nosotros le hacíamos la prueba y mandábamos un telegrama con la aprobación del cemento. En una ocasión un ingeniero compró cemento cubano muy barato y el laboratorista que aplicó las pruebas estaba muy estresado. Cuando vi los resultados de las pruebas mandé inmediatamente un telegrama diciendo que ese cemento no servía y que se derribaran las pilas que se habían construido con ese material.

Como le decía, era un puesto de mucha presión, y aprovechando la invitación del ingeniero Claudio Merrifield Castro, que fue director de la ENEP Aragón, para ocupar el cargo de secretario técnico en esa dependencia, pensé venirme de tiempo completo a la UNAM, pero en lugar de irme a la ENEP opté por el II, dado que me ofrecieron el tiempo completo en la Coordinación de Vías Terrestres con el ingeniero Corro; eso fue, como le comentaba, en 1986. Mi colaboración en los proyectos de investigación consistía en el estudio de los materiales, del diseño de mezclas con asfaltos comunes y asfaltos modificados que se empleaban en la Pista Circular. Con la adquisición del equipo MTS se iniciaron las pruebas de comportamiento de las mezclas asfálticas. En el Instituto nos adelantamos en el manejo de las nuevas pruebas para el cálculo de las relaciones volumétricas en el diseño de mezclas asfálticas, incluso antes de que fuera recomendado por el Superpave. El Superpave es una mezcla asfáltica de mayor duración, resistencia y mejor diseño.

En aquel tiempo el ingeniero Corro no autorizaba que el personal de la Coordinación impartiera clases, pero cuando el doctor Fernández Zayas ocupó la dirección del Instituto de Ingeniería e indicó que todos los académicos deberíamos dar clase fue cuando empecé a impartir geometría analítica, y es algo que me gusta mucho.

Con el tiempo las cosas se han ido modificando, y desde que el doctor Efraín Ovando ocupa el cargo de coordinador la forma de trabajo ha cambiado radicalmente en beneficio del área.

Un tema que se debería incentivar es el estudio de los ferrocarriles, ya que gracias a ellos se pueden transportar cargas muy pesadas a costos más bajos. Hay que observar que este medio de transporte ha funcionado muy bien en Europa y en países como Japón.

Ahora que me voy a jubilar voy a dedicar más tiempo a mi familia. A mi esposa, Alicia, la conocí por unos amigos de la facultad. Mi amigo Eduardo se casó con una de mis cuñadas; él y otro amigo nos presentaron.

Alicia y yo tenemos dos hijos, una hija y tres nietos. Mi hijo mayor, Armando Yuri, estudió Ingeniería en Sistemas y Computación con



especialidad en redes, y ha hecho trabajos muy interesantes en el campo de la comunicación y las redes sociales; tiene dos niñas. El segundo se llama Iván Sidóni y es ingeniero químico con maestría en administración. Y la tercera, Alicia Verónica, es ingeniera industrial con especialización en administración, trabaja en el Banco de Obras y Servicios y tiene un niño.

Tengo muchas ganas de frecuentar más a la familia. Nosotros fuimos ocho hermanos: Gerardo Alfonso, Julia María, Guillermo Gabriel, Francisco Armando, Lourdes, Mario Alfonso, Lázaro Humberto y José Luis Gerardo. De los hombres cuatro fuimos ingenieros civiles, dos de la UNAM y dos del Poli, para que no hubiera discusión; sobrevivimos uno en la UNAM (yo) y uno en el Poli (Humberto).

En cuanto a la familia de mi esposa, Alicia tiene 14 hermanos y con ella son 15, todos vivos; solo murió mi cuñada, la mayor, atropellada en Roma, Italia, en un viaje de paseo, dejando a mi amigo Eduardo viudo. Alicia ha sido un gran apoyo para mí y la formación de la familia, por lo que tenemos mucho que agradecerle.

Estoy seguro de que también voy a disfrutar mucho esta nueva etapa de mi vida. |

## **Análisis de cambios en el discurso y en la expresión de emociones en pacientes con alzhéimer**

Por Verónica Benítez Escudero



Durante la última semana de abril la profesora Sylvie Ratté, de la Escuela de Tecnología Superior de la Universidad de Quebec, realizó una visita académica al Instituto de Ingeniería con el doctor Gerardo Sierra, coordinador del Grupo de Ingeniería Lingüística de esta dependencia.

Dentro de todas las actividades que realizó la doctora Ratté, destacó la presentación de una investigación multidisciplinaria que actualmente está realizando sobre el análisis de cambios en el discurso y en la expresión de emociones en pacientes con alzhéimer. En dicha investigación participan el Grupo de Ingeniería Lingüística de la UNAM, la Universidad Médica de Carolina del Sur, Estados Unidos, y la Universidad Técnica Particular de Loja, en Ecuador.

La doctora Ratté considera que este es un proyecto que impactará en el corpus lingüístico, en la técnica de aprendizaje por máquina y en el área de medicina a nivel social, por lo que los resultados de esta investigación van a abrir la puerta para que personal médico y familiares aprendan el tipo de comunicación que deben utilizar con las personas que padecen dicha enfermedad.

“Debemos tener en cuenta -comentó la doctora- que el alzhéimer es una afectación de la memoria que altera el lenguaje desde sus primeras

etapas, por lo que analizando la forma como se comunican las personas podemos descubrir si se está presentando la enfermedad, y mientras más pronto nos percatemos de eso es mejor, pues se puede aplicar un tratamiento para retrasar sus efectos. Para ello, uno de nuestros objetivos es brindar a los pacientes que sufren de alzhéimer una mejor calidad de vida y lograr que los familiares aprendan a ayudar a sus enfermos. Este es el primer corpus de salud de este tipo en español; queremos trabajar con este idioma para luego trabajar con el francés -concluyó.

Cabe destacar que actualmente se cuenta con una colección de 400 conversaciones con adultos mayores tanto sanos como enfermos en Estados Unidos; esta colección fue hecha por la Universidad Médica de Carolina del Sur. Colaborando con esta colección, la doctora Ratté actualmente se encuentra recolectando conversaciones en Ecuador para incorporarlas al estudio del español y, posiblemente, quechua. Adicionalmente, y con el apoyo del Grupo de Ingeniería Lingüística de la UNAM, se espera comenzar a recolectar conversaciones de este tipo este año en México. |

## Laboratorio de Hidromecánica

El Laboratorio de Hidromecánica inició sus actividades en 1985 con el objeto de tener un espacio disponible para construir modelos o dispositivos experimentales que ayudaran a realizar labores de investigación sobre temas asociados principalmente con la hidráulica y la hidromecánica, en particular para estudiar transitorios en tuberías y velocidad en el desfogue de casas de máquinas. Actualmente, el laboratorio cuenta con

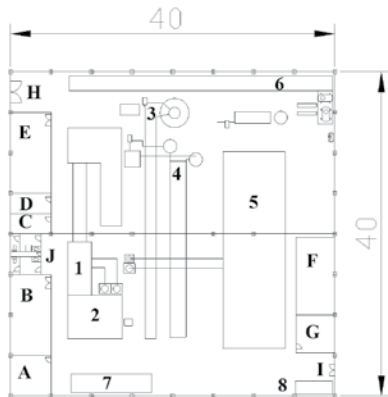
modelos desarrollados por la Coordinación de Hidráulica para estudiar, por ejemplo, la descarga del Túnel Emisor Oriente (TEO) para el drenaje del valle de México y el flujo del vertedor de la presa Huites; en este último el personal del laboratorio participó en las mediciones del gasto de aire que se introducía por los dispositivos de aireación colocados en la rápida del vertedor.



### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Estudios experimentales de flujo bifásico, comprobación y calibración de modelos numéricos
- Estudios de fugas en ductos
- Dispositivos experimentales para desalación de agua de mar
- Separación de columna líquida
- Flujo en aireadores para vertedores de gran caída





- |  |  |
|--|--|
| 1 Modelo del vertedor de Huites                      | A Laboratorio de Físicoquímica (IMPULSA) |
| 2 Cárcamo disponible                                 | B Sala de instrumentos de hidromecánica  |
| 3 Modelo para detección de fugas (vigilante virtual) | C y D Bodegas de instrumentos            |
| 4 Modelo de separación de columna                    | E Taller del laboratorio                 |
| 5 Modelo de descarga del TEO                         | F Tapanco del modelo                     |
| 6 Modelo de flujo bifásico                           | G Bodega de instrumentos                 |
| 7 Área de experimentos del grupo iiDEA (IMPULSA)     | H Entrada posterior para equipos         |
| 8 Equipos experimentales de ambiental                | I Entrada para personal                  |
|  | J Baños                                  |

## EQUIPO

- Dos circuitos de recirculación con tubería de cuatro pulgadas en tubería de acero y en tuberías no metálicas para el estudio de detección de fugas en redes hidráulicas
- Modelo a escala 1/21 del vertedor de la presa Huites
- Instalación para el estudio de flujos bifásicos
- Diversos dispositivos experimentales para desalación de agua de mar
- Espectrofotómetro de gases
- Compresora neumática de 5 HP
- Equipos de bombeo de distintas potencias (de 25 HP hasta 200 HP) y capacidades (de 20 lps a 1200 lps)
- Equipo para medición de presión
  - Transductores electrónicos
  - Manómetros de tipo Bourdon
  - Manómetros de mercurio
  - Micromanómetros (manómetros inclinables)
- Equipo para medición de velocidad de flujo
  - Velocímetro Laser Doppler
  - Tubos Pitot
  - Cámara de alta velocidad
- Para medición de gasto
  - Vertedores triangulares y placas orificio
- Para variables mecánicas
  - Medidores de posición y desplazamiento lineal y angular
  - Medidores de velocidad de giro
  - Lámpara de luz estroboscópica



- Para registro de variables eléctricas y electrónicas
  - Acondicionadores de señal
  - Adquisidores de datos
  - Análisis espectral de señales de baja frecuencia
  - Osciloscopio
  - Multímetros

## RESPONSABLES:

M. en I. Eduardo Antonio Rodal Canales  
 ero@pumas.ii.unam.mx  
 Tel. 5623-3600, ext. 8361

M. en I. Alejandro Sánchez Huerta  
 asanchezh@iingen.unam.mx  
 Tel. 5623-3600, ext. 3661

## Eco-ladrillos con base en residuos de construcción

Por María Neftalí Rojas Valencia y Esperanza Aquino Bolaños

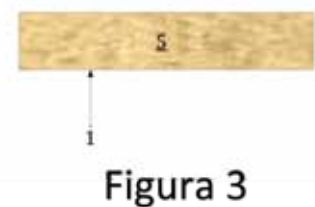
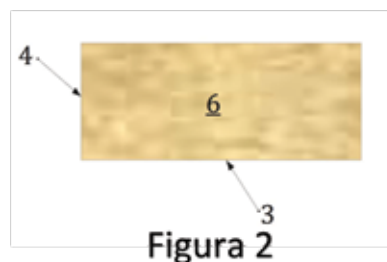
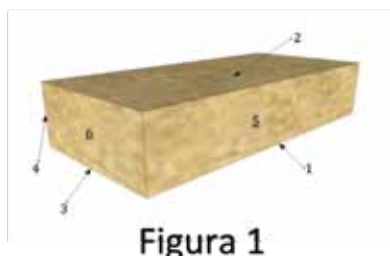
### APLICACIONES, BENEFICIOS Y USO DE LA TECNOLOGÍA

Esta invención se refiere a eco-ladrillos para reúso de los residuos de la construcción o demolición in situ que se generen por obra en cualquier edificación. Pueden ser fabricados a partir de residuos de excavación (arcilla), residuos de construcción (RC) triturados, de granulometría de 9.53 mm (3/8") y de 6.35 mm (1/4") a finos solo cementantes; residuos de tala (producto del corte de árboles y ramas) y una mezcla líquida entre agua y mucílago de nopal. El eco-ladrillo puede ser utilizado en la construcción de muros interiores y en construcciones exteriores usando como recubrimiento un acabado convencional. Los eco-ladrillos pueden ser empleados como sustitutos de ladrillos fabricados con materiales de primer uso en muros divisorios, bardas, pretilas, parapetos, etc.; el estructurista puede decidir si es necesario incluir elementos de refuerzo como castillos y cadenas alrededor de los muros, al igual que se hace

para cualquier otro muro de ladrillos convencionales que se encuentre en el mercado. La fabricación de este eco-ladrillo es de bajo costo (\$1.63 por cada uno), ya que se hacen principalmente a partir de los RC generados. Otros beneficios de esta tecnología serán ayudar a disminuir las 7000 ton/díade RC que se generan actualmente en el Distrito Federal, además de cumplir el proyecto de norma ambiental PROY-NADF-007-RNAT-2013, que establece la obligación de reciclar o enviar a reciclaje los residuos generados en la obra, en el Distrito Federal, y también con la normativa NMX-AA-164-SCFI-2013, que establece los requerimientos de las edificaciones sustentables en cuanto a minimización, reutilización y reciclaje de los residuos generados desde la planeación de la obra.

Otras ventajas:

LADRILLO FABRICADO CON RESIDUOS	LADRILLO CONVENCIONAL
	
Eliminación de emisiones al ser ladrillos que no requieren cocción.	Emisión de GEI al ser cocidos en hornos mediante la quema de combustibles.
Al ser fabricados con materiales reciclados, disminuyen la explotación de bancos de material virgen.	Explotación de bancos de material virgen para la extracción de materiales empleados en su fabricación.
Minimiza el coste de adquisición y el transporte de materiales.	Costo principal dado a la compra y al transporte de materiales.
Permite variar la forma y el tamaño de acuerdo con la necesidad.	Medidas estandarizadas.
Excelente aislante térmico, motivo por el cual se reducen las demandas de energía.	Las edificaciones demandan uso de energía para regular el ambiente.



ESTATUS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL: SOLICITUD DE PATENTE MX/A/2014/014416



## DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

El eco-ladrillo es un componente para uso estructural de forma prismática. Su fabricación se fundamenta en el aprovechamiento de los residuos triturados, y la incorporación de agua y mucílago de nopal como aditivo. Las piezas fabricadas no necesitan cocción, más bien se exponen al aire libre durante un periodo de dos a tres días soleados y sin lluvia. Pasado este periodo y observada la pérdida máxima de humedad, los eco-ladrillos se trasladan a un secador solar y se ubican con una posición de apoyo sobre su canto; el secador se mantiene en todo momento expuesto directamente a los rayos solares durante un periodo de diez días, el cual puede disminuir de acuerdo con el estado del tiempo.

Los resultados muestran que los eco-ladrillos cumplen con lo que se solicita en las normas mexicanas: NMX-C-038-ONNCCE-2004, para determinar las dimensiones de los ladrillos; NMX-036-ONNCCE-2004, para ver la resistencia a la compresión; NMX-037-ONNCCE-2005, para conocer la absorción de agua máxima inicial; NMX-C-441-ONNCCE-2013, para el uso no estructural; y NMX-C-404-ONNCCE-2005, para el uso estructural.

## GRADO DE DESARROLLO

Esta invención está dirigida para cualquier edificación que genere residuos de construcción. Se han podido corroborar los resultados al utilizar residuos de Puebla, el estado de México y el Distrito Federal con excelentes resultados, y continuamos con el desarrollo experimental, con el fin de integrar el uso de diversos residuos, por lo que podemos decir que esta tecnología puede tener una cobertura muy amplia.

## MERCADO

El precio de los eco-ladrillos producto de esta invención es 33 % más bajo que los ladrillos rojos convencionales que están en el mercado, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

TIPO DE LADRILLO	PRECIO POR m <sup>2</sup> DE MURO
Ladrillo rojo (convencional)	\$262.10
Eco-ladrillos	\$175.10

Su fabricación requiere solo dos personas para elaborar diez eco-ladrillos en una hora, contando las actividades previas de cernir el material y licuar los nopales a fin de extraer el mucílago necesario; sin embargo, estos tiempos y la producción se pueden mejorar con base en la experiencia o cuando se haga una producción en serie, y alcanzar a los productores artesanales, quienes reportan una productividad de 25 a 60 unidades por hora.

La necesidad de reciclaje, al igual que la materia prima que se genera y no se aprovecha, es de 7000 ton/día.

La demanda de ladrillos en México es de aproximadamente 279.6 millones de ladrillos por estado, lo que acarrea graves problemas ambientales, entre ellos la explotación y el consumo desenfrenado de bancos de materiales vírgenes. La Red de Ladrilleras estima que a nivel nacional existen 16 mil 953 productores artesanales que usan diversos combustibles durante su proceso de cocción: desde leña, madera, llantas, nopal seco, telas, hasta los derivados del petróleo, por lo cual son catalogadas como fuertes emisores de gases de efecto invernadero (GEI). En este caso los eco-ladrillos se secan con un desecador solar fabricado también con residuos de construcción, lo cual elimina la emisión de GEI.

A nivel nacional, según el censo económico 2009, existen 10 251 unidades económicas de fabricación de ladrillos no refractarios. Los resultados del censo económico INEGI muestran que dentro del mercado el block representa el 57.7 %, mientras que el ladrillo, el 42.3 %; este es un amplio panorama de inserción para los ladrillos ecológicos.

Entre otras oportunidades se destaca que actualmente organismos e instituciones de Francia, Alemania, Italia, entre otros países europeos, Canadá, Estados Unidos y Latinoamérica se están planteando como una innovación el estudio y la mejora de las características de la construcción con tierra cruda (residuos de excavación) para avanzar en el desarrollo de la arquitectura bioclimática que nunca debió perderse, resolviendo principalmente la conservación de prácticas de construcción tradicional y carácter patrimonial, la búsqueda de soluciones al problema de la vivienda social, integrando en forma amigable y participativa al usuario, y las preocupaciones ambientales por encontrar materiales de bajo impacto en la salud y el ambiente, elaborados con reducida demanda de energía y transporte de materiales, y menores emisiones de gases de efecto invernadero.

## PARA MAYOR INFORMACIÓN

- María Nefalí Rojas Valencia  
mrov@pumas.ii.unam.mx/mrojasv@iingen.unam.mx  
Tel. (52) 55 5623-3600, ext. 8663

- Esperanza Aquino Bolaños  
eab.89@hotmail.com

Unidad de Patentes y Transferencia de Tecnología

- Margarita Moctezuma Riubí  
mmr@pumas.ii.unam.mx  
Tel. (52) 55 5623-3600, ext. 8111

- Rodrigo Arturo Cárdenas  
rcardenase@ii.unam.mx  
Tel. (52) 55 5623-3600, ext. 8102



# Curso Análisis de Ciclo de Vida

Que se llevará a cabo en el Polo Universitario de Tecnología  
Avanzada UNAM (PUNTA)

Ubicado en Vía de la Innovación No. 410, Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT),  
autopista Monterrey-Aeropuerto km 10, Apodaca, N. L.

Del 15 al 18 de junio de 2015 de 9:00 a 15:00 hrs.

## Objetivo del seminario:

Aplicar la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, identificando  
sus potencialidades y buenas prácticas

Impartido por

**Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández**

Presidenta de la Red Mexicana de Análisis de Ciclo de Vida

Presidenta de la División de Cambio Climático de AIDIS

Investigadora del Instituto de Ingeniería, UNAM



**Costo \$ 8000 público general  
y \$ 7000 PIIT**

Incluye 24 horas de clases, material  
de apoyo y refrigerio

Requisitos: Licenciatura concluida,  
interés en aspectos ambientales

**Cupo limitado**

Fecha límite de inscripción  
viernes 29 de mayo

Informes con Andrea Díaz  
al teléfono 0155 56233600, ext. 8714  
adiazf@ingen.unam.mx



Actividades  
**Extra**  
Académicas  
del Instituto  
de Ingeniería  
UNAM

## ACTIVIDADES EXTRAACADÉMICAS

Por Pablo Fernando Ramírez Alcázar

### Las Enríquez

El Programa de Actividades Extraacadémicas del Instituto de Ingeniería se ha preocupado por traer propuestas novedosas y de gran calidad a la comunidad del II a fin de que las artes sean una forma de complementar la vida académica, y esto redunde en mejorar la calidad de vida y la sana convivencia de los que aquí trabajamos.

Es en este sentido que la música y las distintas artes escénicas han hecho su aparición en nuestro instituto.

El pasado 21 de abril el teatro fue protagonista en estas actividades. La puesta en escena *Las Enríquez*, de la Compañía Teatral del Norte, se presentó en el auditorio de la Torre de Ingeniería. Con Melina Rosas y Eva Lugo de protagonistas, la historia de dos primas solteras, las Enríquez, los asistentes pudimos hacer un viaje a través de la imaginación donde el tema de la frustración fue el eje conductor del texto de Sergio Galindo, dramaturgo y director de esta pieza.

La historia contextualizada en un pueblo de la sierra de Sonora fue el escenario para



conocer a Soledad y Toñeta, dos mujeres entrañables que nos permitieron conocer su vida, sus ambiciones y, con ello, los objetivos frustrados de dos ancianas que vieron derrumbado sus sueños de poder, de “ser quien puede tomar las decisiones” en un mundo donde el pensamiento machista poco deja que la mujer tome su tribuna.

Dos primas que, sentadas en sus camas, platican sobre las posibilidades que se volvieron inalcanzables, oprimidas.

Esta obra fue montada desde 2008 y ha pasado por distintas facetas, cuenta Eva Lugo, actriz y promotora de este espectáculo, quien además agradeció la invitación y la oportunidad de llevar este tipo de eventos a recintos en donde habitualmente el teatro tiene poca cabida.

Oswaldo Sánchez y Beatriz Salas, encargado del montaje técnico y asistente de dirección, respectivamente, fueron quienes dieron vida al auditorio José Luis Sánchez Bibriesca, pues en esta producción la escenografía y la iluminación fueron elementos clave y novedosos para quienes asistimos con frecuencia a este espacio y estamos acostumbrados a solo ver un podio y un presidium.

Próximamente este programa de actividades traerá nuevas propuestas de géneros escénicos y acciones ecológicas que estamos preparando. ¡Estén pendientes!

No olviden comunicarse a nuestro correo electrónico, donde con gusto recibiremos todas sus propuestas para seguir fortaleciendo este espacio de convivencia con las artes: [actividades\\_extraacademicas@pumas.iingen.unam.mx](mailto:actividades_extraacademicas@pumas.iingen.unam.mx).



## Internet de las cosas

¿Alguna vez ha pensado en conectar un refrigerador, la estufa, el calentador, la iluminación o el aspersor a Internet? Evidentemente suena más que una locura, como una inversión poco práctica e innecesaria. Si lo vemos desde un punto de vista simplón, lo es; sin embargo, desde hace algunos años investigadores y empresas se han dado a la tarea de interconectar todo aquello que esté a disposición del ser humano. A esto le han llamado “Internet de las cosas” (Internet of Things o IoT). El objetivo de IoT es lograr que todo artefacto, mediante el uso de sensores y red de datos, pueda conectarse en cualquier momento y lugar con otro dispositivo o persona, todo ello para mantener un monitoreo y control total de los procesos que cada uno de estos artefactos realice.

La forma más sencilla de entender este concepto es en la industria. Por ejemplo, Rockwell Automation, empresa dedicada a la automatización de procesos industriales en colaboración con Microsoft, ha instrumentado un sistema basado en IoT para monitorear todos los elementos clave que forman parte de la extracción, el transporte, la refinación y la venta de gasolina. En cada punto de la cadena de suministro, existen dispositivos con sensores que continuamente están transfiriendo datos a través de la nube; una vez recibidos, son almacenados y procesados mediante un *software* especial para la mejor toma de decisiones. Cualquier falla que pudiese ocurrir en alguno de los puntos es inmediatamente detectada y corregida, lo cual evita al máximo retrasos o errores que a la larga terminarían afectando al consumidor final.

Otro ejemplo es DHL, dedicada a brindar servicios de mensajería y paquetería a nivel internacional. A cada paquete enviado se asigna una etiqueta denominada RFID (Radio



Frequency Identification), que realiza una función similar a un código de barras, pero con beneficios adicionales, como poder leer la información del paquete sin necesidad de colocar un lector frente a él, registrar cientos de productos con una sola lectura, tener mayor capacidad de almacenamiento traducida a mayor información sobre el tipo de paquete que se está transportando, entre otros. El uso de esta tecnología en conjunto con IoT está permitiendo a DHL crear sus contenedores inteligentes (*intelligent boxes*). Mediante el uso de sensores basados en RFID, es factible medir las condiciones en que los paquetes son transportados (altas o bajas temperaturas, humedad, movimientos bruscos, etc.). Como es de esperarse, con ello se pueden abrir oportunidades interesantes para las industrias alimenticia, farmacéutica, agraria, etcétera.

Para el usuario común, IoT depara varias sorpresas. Aunque la interconexión de dispositivos a través de una red de datos para monitoreo de ciertos procesos en una casa habitación o edificio es un concepto relativamente antiguo (se inició en la década de los 70 y se denominó domótica), hoy en día se pretende llevarlo un paso más allá. Supongamos que un día se levanta por la mañana, digamos a las 6, auxiliado por una alarma de un radio-reloj que a su vez emite una señal al calentador para encenderlo y mantenerlo a una temperatura previamente programada, y evitar el consumo innecesario de gas. Una vez que termina, un mensaje enviado a su *smartphone* le sugiere vestir con ropa ligera pues ha recibido una señal de los sensores de temperatura externos que han cruzado información con el servicio meteorológico, indicando que

habrá cielo despejado y calor durante el día. Paralelamente, se ha encendido la cafetera, que vierte cierta cantidad de café y lo mezcla con determinada cantidad de azúcar para que justo a las 6:45 esté listo para degustarlo. Asimismo, el horno de microondas se enciende cuando usted llega a la cocina, al tiempo que el refrigerador envía un mensaje alertando que hacen falta queso, leche y huevo, sugiriendo preparar cierto tipo de alimentos con base en los ingredientes que se encuentran en él o en la alacena, combinando esta información con el tipo de dieta que usted debe consumir. Al salir de la casa, se activa automáticamente el sistema de alarma, se apagan las luces y los aspersores se encienden siempre y cuando reciban información de que no lloverá.

Aunque todo lo anterior es una realidad que promete traer innumerables ventajas para el usuario, lo cierto es que deben satisfacerse ciertos requisitos de seguridad que aún no han sido resueltos. Por ejemplo, al interconectar dispositivos como la televisión, la lavadora o la tubería de agua, se convierten automáticamente en vectores de ataque para los *hackers* y más aún si los datos que viajan a través de los sistemas de comunicación no están debidamente encriptados, los cuales también son medios de acceso a información personal y altamente confidencial. ¿Qué sucedería si un *malware* ingresara a uno de los dispositivos

de control de seguridad del inmueble y desactivara todos los accesos, enviando además mensajes erróneos a los electrodomésticos conectados a la red? En este sentido, es fundamental que los fabricantes de *hardware*, que darán vida en la nube a nuestros aparatos o todo aquello que interconectemos, estén conscientes de las amenazas existentes y tomen medidas preventivas que minimicen la intrusión de estos sistemas.

Es muy claro que nuestra dependencia de las tecnologías de la información es inevitable y va mucho más rápido que la habilidad para protegerla, razón por la cual debemos ser precavidos y actuar con mucha cautela al implementarla en nuestra vida cotidiana. |

#### REFERENCIAS

- Discover Logistics. (2007). Radio frequency identification, DHL logbook en cooperación con Technical University Darmstadt. Tomado de <https://www.dhl-discoverlogistics.com/cms/en/course/technologies/connection/rfid.jsp>
- Evans, D. (2011). Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de internet lo cambia todo, CISCO Internet Business Solutions Group. Tomado de <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf>

- Microsoft. (2014). Moving from insight to action with Azure IoT services. Tomado de <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/customer-stories/rockwell-automation.aspx>
- Vermesan, O. (2013). Internet of things - converging technologies for smart environments and integrated ecosystems, River Publishers. Tomado de [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging\\_Technologies\\_for\\_Smart\\_Environments\\_and\\_Integrated\\_Ecosystems\\_IERC\\_Book\\_Open\\_Access\\_2013.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf).

#### LINKS DE INTERÉS:

- <http://siliconangle.com/blog/2013/06/04/2013-the-year-of-the-internet-of-things/>
- [http://www.windriver.com/whitepapers/security-in-the-internet-of-things/wr\\_security-in-the-internet-of-things.pdf](http://www.windriver.com/whitepapers/security-in-the-internet-of-things/wr_security-in-the-internet-of-things.pdf)
- [http://www.google.com.mx/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&sqi=2&ved=OCFAQFjAE&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Finformation\\_society%2Fnewsroom%2Fcf%2Fdae%2Fdocument.cfm%3Fdoc\\_id%3D1753&ei=EVITVZP-H4KeyATftYHwCQ&usq=AFQjCNH oRL11CeOINElplOSALozVIFHcwQ &bvm=bv.89217033,d.aWw](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&sqi=2&ved=OCFAQFjAE&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Finformation_society%2Fnewsroom%2Fcf%2Fdae%2Fdocument.cfm%3Fdoc_id%3D1753&ei=EVITVZP-H4KeyATftYHwCQ&usq=AFQjCNH oRL11CeOINElplOSALozVIFHcwQ &bvm=bv.89217033,d.aWw)
- <http://www.forbes.com/sites/symantec/2015/01/30/how-to-secure-your-personal-data-in-the-internet-of-things/>
- <http://www.informationweek.com.mx/analysis/hay-riesgos-de-seguridad-en-el-iot-hp/>



## Seguimiento de la producción de artículos publicados en revistas con factor de impacto del personal académico del II

Para informar sobre la publicación de artículos indizados en revistas del *Journal Citation Report (JCR)* por parte del personal académico del Instituto, y con ello darle seguimiento a la meta institucional de un artículo

del *JCR* por investigador y por año, la USI-Biblioteca mantendrá un servicio de alerta mensual sobre este tipo de producto académico con base en el monitoreo de la Web of Science.

ACUMULATIVO AL MES DE ABRIL DE 2015: 31



- Barrios, J. A., E. Becerril, C. De León, C. Barrera-Díaz y B. Jiménez (2015). Electrooxidation treatment for removal of emerging pollutants in wastewater sludge, *Fuel* 149, pp. 26-33. FI: 3.406



- Concha, A. y R. Garrido (2015). Parameter Estimation of the FitzHugh-Nagumo Neuron Model Using Integrals Over Finite Time Periods, *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics* 10(2). FI: 1.53



- García-Jerez, A. y F. J. Sánchez-Sesma (2015). Slowly-attenuating P-SV leaky waves in a layered elastic halfspace. Effects on the coherences of diffuse wavefields, *Wave Motion* 54, pp. 43-57. FI: 1.303



- Guzmán, E. y J. A. Moreno (2015). Super-twisting observer for second-order systems with time-varying coefficient, *IET Control Theory and Applications* 9(4), pp. 553-562. FI: 1.844



- Jaimes, M. A., M. Niño y B. Huerta (2015). Hurricane event-based method to create regional hazard maps for heavy rainfall-induced translational landslides, *Natural Hazards* 76(2), pp. 1143-1161. FI: 1.958



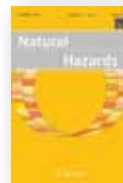
- López, S. E., A. G. Ayala y C. Adam (2015). A novel displacement-based seismic design method for framed structures considering P-delta induced dynamic instability, *Bulletin of Earthquake Engineering* 13(4), pp. 1227-1247. FI: 1.368



- Mejía-Uriarte, E. V., O. Kolokoltsev, M. Navarrete Montesinos, E. Camarillo, A. J. Hernández y S. H. Murrieta (2015). Study of NaCl:Mn<sup>2+</sup> nanostructures in the suzuki phase by optical spectroscopy and atomic force microscopy, *Journal of Luminescence* 160, pp. 293-298. FI: 2.367



- Moreno-Andrade, I., G. Moreno, G., Kumar y G. Buitrón (2015). Biohydrogen production from industrial wastewaters. *Water Science and Technology* 71(1), pp. 105-110. FI: 1.212



- Ordaz, M. (2015). A simple probabilistic model to combine losses arising from the simultaneous occurrence of several hazards, *Natural Hazards* 76(1), pp. 389-396. FI: 1.958



- Palma, A., F. González y C. Cruickshank (2014). Managed aquifer recharge as a key element in Sonora river basin management, Mexico, *Journal of Hydrologic Engineering* 20(3) FI: 1.624



- Peña, F. (2015). Simplified model for the study of the asymmetric rocking motion of slender rigid bodies. [Modelo simplificado para el estudio del balanceo asimétrico de cuerpos rígidos esbeltos] *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* 31(1), pp. 1-7. FI: 0.229



- Quijano, J. A., M. A. Jaimes, M. A. Torres, E. Reinoso, L. Castellanos, J. Escamilla M. Ordaz (2015). Event-based approach for probabilistic agricultural drought risk assessment under rainfed conditions, *Natural Hazards* 76(2), pp. 1297-1318. FI: 1.958

## PREFIJOS

Son partículas sin significado independiente, pero muy útiles al unirse a una palabra para generar una nueva.

Siempre van pegados a la palabra original y la anteceden, sin importar que se trate de un sustantivo, un adjetivo, un verbo o un adverbio. Es incorrecto separar el prefijo de la palabra con espacio o con guion.

Programa de Actividades **Extraacadémicas** del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Una forma saludable de disminuir la existencia del **malware** es mediante la instalación de un **antivirus**.

...Impartieron un **minicurso** enfocado en presentar las primeras bases y los fundamentos que se necesitan para poder hacer un diagnóstico de fallas.

Esto lo podemos afirmar basándonos en su **gestión** como **subdirector** de Electromecánica.

Cabe aclarar que cuando hay un título registrado (de un artículo, una patente, etc.) no es adecuado cambiar la palabra a lo largo del texto, para que no haya confusión; aunque lo correcto sea, en el siguiente ejemplo, **ecoladrillos**.

Esta invención se refiere a **eco-ladrillos** para reúso de los residuos de la construcción o demolición in situ que se generen por obra en cualquier edificación.

Sin embargo, cuando la base es de varias palabras los prefijos se deben escribir separados de la base; hay algunos prefijos, como “ex”, “anti” o “pro”, que por su significado suelen aparecer unidos a bases de este tipo: **pro derechos humanos**, **vice primer ministro**, **anti ácido láctico**.

Antes se permitía, en el caso particular de “ex”, con el sentido de que “fue y ya no es”, antepuesto a sustantivos que denotan ocupaciones, cargos, relaciones o parentescos alterables y otro tipo de circunstancias personales, separar este prefijo de su base, aunque esta fuera una sola palabra: **ex presidente**, **ex director**, **ex rector**. Pero con la finalidad de que hubiera coherencia en el sistema ortográfico, actualmente se considera conveniente que este prefijo se escriba unido a la base cuando esta sea una sola palabra (expresidente, exdirector, exrector), y separado de ella en aquellos casos cuando la base sea pluriverbal, como ya se mencionó.

### Hay excepciones en cuanto al uso del guion o el espacio para separar el prefijo y la palabra original:

- Cuando la palabra comienza con mayúscula: **mini-PC**, **anti-UV**.

Pero si la unión genera un nombre propio, entonces no lleva guion.

- En expresiones que combinan cifras y letras se suele utilizar el guion (**omega-3**), aunque puede sustituirse por un espacio (**ácidos omega 3**). En cambio, para en las siglas formadas por mayúsculas y elementos no alfabéticos puede eliminarse el guion sin dejar espacios: **3G**, **H1N1**, **MP3**.

- En los términos científicos se utiliza el guion después de las letras del alfabeto griego utilizadas como prefijos (**α-amilasa**); estas letras pueden ir pospuestas: **amilasa α**. También se usa el nombre de la letra como prefijo, unido a la base sin guion (**alfaamilasa**). Es importante notar que cuando uno de estos términos deba escribirse con mayúscula esta afectará únicamente a la base y no a la letra griega.

- Cuando se requiera para diferenciar significados: **co-operar** y **cooperar**; **pre-texto** y **pretexto**.

### Otras consideraciones:

Los prefijos pueden escribirse con un guion pospuesto para coordinarse con la voz resultante de la unión de otro prefijo a una palabra base compartida: **bi-** y **tridimensionales**; carácter **pre-**, **sin-** o **postcinemático** de un cristal.

Si la base es pluriverbal se prescinde del guion: **anti** y **pro derechos humanos**.

Cuando una palabra se forma anteponiendo a una base varios prefijos, estos deben aparecer pegados, sin guion intermedio: **subsubmicroscópico**.

Si el primer término de una palabra compuesta mediante guion es asimilable a un prefijo, desaparece el guion: **afroamericano**, no **afro-americano**.

Cuando la preposición “sin” funciona como prefijo, puede escribirse pegada o separada de la base: **sinrazón**, **sinfín**, **sin par** o **simpar**.

Si el adverbio “no” funciona como prefijo, siempre debe escribirse separado: **Laboratorio de Pruebas no Destructivas**.

Si el prefijo termina con la letra con la que empieza la palabra, se conserva la duplicación: **subbatimétrico**, no **sub-batimétrico**.

En la siguiente gaceta continuaremos con el tema de los prefijos.

- Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2010). *Ortografía de la lengua española*, Real Academia Española, Madrid.
- Sánchez, Ana María (s/a). *Manual de apoyo para redactar textos ambientales*. Manuscrito inédito.
- El *Diccionario de la Real Academia Española* y el *Diccionario Panhispánico de dudas* se pueden consultar en la página de Internet [www.rae.es](http://www.rae.es).



# 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

**Informes: 56 23 36 00, ext. 8114**

