

**Editorial: Unidad de Patentes y  
Transferencia de Tecnología**

---

**Plan Hídrico Integral de Tabasco. Primera parte**

---

**Laboratorios de la Coordinación de Geotecnia**

**Entrevista a  
Efraín Ovando Shelley**

# Unidad de Patentes y Transferencia de Tecnología del Instituto de Ingeniería UPT II



Nuestro Instituto tiene una larga tradición —toda su existencia— de practicar exitosamente la vinculación con organismos gubernamentales y privados. Lo ha hecho mediante la realización de estudios e investigaciones aplicadas para la solución de una gran diversidad de problemas que requieren ingeniería de alto nivel. Así, ha contribuido en las principales obras hidráulicas del país, en la elaboración de reglamentos de construcción, normas y manuales técnicos, en importantes obras de infraestructura, por nombrar algunas áreas en que se ha realizado vinculación por la vía de los estudios.

Sin embargo, el Instituto de Ingeniería no se caracteriza por ser particularmente productivo en tecnología, entendiendo ésta como el logro de patentes, desarrollos tecnológicos y su transferencia a usuarios. Esta forma de vinculación, un paso subsecuente en relación con la investigación, es escasa en la UNAM y en México, resultado en buena medida de la falta crónica de elementos indispensables para conformar un sistema de innovación eficiente.

El Instituto de Ingeniería, con base en su experiencia y trabajo en investigación aplicada, podría ser líder en México en la generación de patentes y en su transferencia al sector productivo. En contraste, ocupamos el tercer lugar en la UNAM, detrás de los Institutos de Biotecnología y de Investigaciones en Materiales.

Estoy convencido que en las investigaciones que se desarrollan en el Instituto, inclusive en algunas ya terminadas y archivadas, podemos encontrar elementos susceptibles de protección industrial que nos llevarían en corto plazo al registro de varias solicitudes de patente. Sin embargo, esto no sucederá si no actuamos para difundir entre el personal académico una cultura de la innovación tecnológica y la propiedad industrial.

Para avanzar en ese sentido, y de acuerdo con lo expresado en el plan de desarrollo del Instituto, se ha formalizado la Unidad de Patentes y Transferencia de Tecnología del Instituto de Ingeniería. El objetivo de esta Unidad, adscrita a la Secretaría Académica, será contribuir a proteger la propiedad industrial de las investigaciones realizadas en nuestro instituto con elementos tecnológicos innovadores, con el fin de lograr su transferencia al sector productivo. Dicha Unidad —integrada por el

maestro Rodrigo Cárdenas y Espinosa y el ingeniero Gustavo Cadena Sánchez, encargados de la propiedad industrial y de la transferencia de tecnología, respectivamente— brindará apoyos al personal académico que los solicite. Por un lado, apoyará la protección de la propiedad industrial mediante la evaluación de las posibilidades de patentar las invenciones desarrolladas y la redacción correspondiente para la solicitud de patente; por otro, ayudará en lo necesario para lograr la transferencia de tecnología de productos, procesos o servicios (PPS) al sector productivo, mediante la asesoría y apoyo directo en la elaboración de los documentos para conjuntar el paquete tecnológico, así como en la negociación del licenciamiento de la tecnología, de acuerdo con la Legislación Universitaria.

Con objeto de dar a conocer las posibilidades que esta iniciativa abre al trabajo académico en el Instituto, se ha iniciado una serie de conferencias y talleres sobre tres aspectos bien identificados: integración de proyectos tecnológicos, identificación de elementos susceptibles de propiedad industrial y elaboración de planes de negocios para empresas de base tecnológica. En estas actividades esperamos la participación de todos los académicos y estudiantes interesados en el área.

La incursión del Instituto en forma más decidida en esta área podrá acrecentar el impacto de nuestro trabajo académico, ya no sólo en la formación de personal de alto nivel y en la publicación de resultados, sino en aportaciones al acervo tecnológico nacional. Con ello, incrementaríamos el retorno que nuestro Instituto hace a la sociedad mexicana por lo que en él se invierte.

Espero que con esta nueva Unidad podamos avanzar para hacer de este Instituto una entidad reconocida por sus aportes tecnológicos, además de consolidar el lugar, ya bien ganado, como generador de estudios y soluciones ingenieriles de alto nivel. La asimilación de esta cultura en el trabajo académico que realizamos, nos llevará a explorar el siguiente nivel de vinculación, que es la creación de empresas de base científica y tecnológica, así como de las denominadas *spin-off*. Otro reto que podemos enfrentar y con ello tomar una nueva posición de liderazgo.

**Adalberto Noyola Robles**  
Director

## UNAM

### Rector

Dr José Narro Robles

### Secretario General

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro

### Secretario Administrativo

Mtro Juan José Pérez Castañeda

### Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez

### Secretario de Servicios a la Comunidad

MC Ramiro Jesús Sandoval

### 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

### Director

Dr Adalberto Noyola Robles

### Secretario Académico

Dr Paulo Salles Afonso de Almeida

### 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

CP Alfredo Gómez Luna Maya

### Secretario Técnico

Arq Aurelio López Espíndola

### Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación

Fis José Manuel Posada de la Concha

## GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual éste muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, cursos y talleres que imparte, así como sus tesis graduadas e información de interés 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 Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

### Editora responsable

Lic María Verónica Benítez Escudero

### Correctora de estilo

L en L Olivia Gómez Mora

### Colaboradores

I Q Margarita Moctezuma Riubí

L H Israel Chávez Reséndiz

### Diseño

Ruth Pérez

### Impresión

Israel García Castro

### Asistente de impresión

Artemio Díaz Díaz

### Distribución

Fidela Rangel

Portada: Acceso de entrada a la  
Unidad de Servicios de Información

## Actividades académicas

### Seminario: Incorporación de prácticas de energía sustentable en las comunidades rurales del sur de México

El 10 de junio en el Salón de Seminarios Emilio Rosenblueth, se llevó a cabo el Seminario: *Incorporación de prácticas de energía sustentable en las comunidades rurales del sur de México*. Entre los participantes estuvieron Débora Ley y Martin Pasqualetti, por parte de la embajada de los EUA; el doctor Víctor Berrueta, del Centro de Investigación en Ecosistemas; los doctores Javier Aguillón, David Morillón, José Luis Fernández Zayas y Gerardo Hiriart por el Instituto de Ingeniería. El doctor José Luis Fernández Zayas, investigador del IIUNAM, transmitió a los presentes un saludo del doctor Adalberto Noyola Robles, director del Instituto de Ingeniería, quien se encontraba fuera del país. En nombre de él, dio la bienvenida a los asistentes, y agradeció la participación de los ponentes, así como el interés de la Embajada Americana por conocer el potencial del Instituto de Ingeniería en los temas de energía sustentable.

El seminario comenzó con la participación del doctor Aguillón, quien presentó dos estudios. Primero habló sobre el nuevo diseño de la estufa Patsari, con el cual se reducen enfermedades respiratorias causadas por la inhalación de gases generados por la combustión de leña y se ahorra hasta 60% en el consumo de la misma, además de que distribuye uniformemente el calor en el comal. Este diseño se hizo acreedor a un reconocimiento internacional. La próxima meta por alcanzar es que esta estufa se haga llegar a las comunidades rurales y esté al alcance de todos los que la necesiten.

El segundo estudio presentado consiste en el aprovechamiento de residuos forestales que pueden ser un grave peligro por ser altamente inflamables. En el II



Grupo de participantes en el Seminario

UNAM se desarrolló una máquina para generar energía a partir de ellos, con la que se logra un ahorro de 52% en energía.

Por su parte, el doctor Víctor Berrueta, del Centro de Investigación en Ecosistemas, planteó la necesidad de crear estrategias para socializar la tecnología considerando los conocimientos locales. Expuso su investigación sobre el secado solar de café en Chiapas, donde obtuvo como resultado un grano de mejor calidad, con menor carga de trabajo y condiciones agradables en la labor. El doctor David Morillón trató sobre la edificación sustentable para el ahorro de energía, la importancia del

diseño bioclimático y las energías renovables. Resaltó la participación del Instituto en la redacción de las normas correspondientes, la generación de atlas y la formación de redes de instituciones relacionadas con el tema.

Posteriormente, el doctor Gerardo Hiriart abordó temas referentes a geotermia, las ventilas hidrotermales y la desalación del agua de mar, resaltando su interés por intercambiar experiencias profesionales con grupos de otros países.

Por último, Debora Ley enfatizó que hay que entender y vencer las barreras sociales para lograr proyectos de

energías renovables exitosos, para lo cual es importante conocer la cultura y las creencias de cada lugar, además de darle importancia a la capacitación.

En este sentido, Martín Pasqualetti —quien se mostró bien impresionado por los trabajos presentados— recalcó la importancia de colaborar con la sociedad para que acepte las energías renovables, concienciándola sobre los beneficios que éstas aportan. Cada lugar tiene sus características particulares y hay que evitar las generalizaciones. Explicó la importancia de los paneles solares, la energía eólica, y en general de los medios para evitar la emisión de gases contaminantes.

## Visita de Eurocentro Nafin México

Eurocentro es una oficina de cooperación económica cofinanciada por Nacional Financiera y la Comisión Europea, que ofrece un servicio de internacionalización para concretar negocios, a las PYMES, desde 1995.

El pasado mayo, los doctores Paulo Salles, Fernando Luna y Eduardo Reinoso Angulo, los maestros Guadalupe Intriago y Alejandro Sánchez Huerta, y el ingeniero Gustavo Cadena, todos del IIUNAM, se reunieron con la maestra Danielle Pellat Thomé, directora ejecutiva de Eurocen-

tro Nafin México, y las licenciadas Luisa Arredondo y Daniela Patiño.

El objetivo de esta reunión fue dar a conocer los servicios existentes en el marco del Programa de Inversión en América Latina, a fin de apoyar a las PYMES de México para que crezcan sus niveles de competitividad e internacionalización. Con el fin de aprovechar las oportunidades generadas por los procesos de integración regional y los acuerdos con la Unión Europea, se diagnosticará la situación de competi-

tividad e internacionalización de cada PYME, para detectar así las necesidades reales de cada empresa y preparar un programa integral de servicios adecuados a sus necesidades.

El programa durará cuatro años, durante los cuales se elevará la competitividad de las PYMES, adoptando tecnologías y mayor conocimiento (*the know how*) en sus procesos, facilitando cadenas productivas nacionales y regionales que contribuyan a mejorar la gestión medioambiental y la internacionalización de sus productos o servicios en Europa.

El propósito es transformar empresas a través de capacitación y asistencia técnica con expertos de alto nivel (nacionales e internacionales), para que mejoren y puedan incursionar en el mercado exterior.

Con la reunión se espera dar a conocer el Programa e invitar a los Investigadores del II a participar en sus talleres de capacitación, difundiendo a la vez los servicios que otorga este centro, entre las empresas vinculadas con nuestra dependencia.



De izquierda a derecha Luisa Arredondo, Danielle Pellat, Daniela Patiño, Gustavo Cadena y Guadalupe Intriago

## Taller: Grandes retos de investigación científica y tecnológica en tecnologías de información y comunicaciones en México



Los pasados 21 y 22 de mayo se reunieron en Monterrey, Nuevo León, 48 investigadores mexicanos especializados en tecnologías de información y comunicaciones para identificar algunos de los grandes retos de investigación y desarrollo tecnológico que enfrenta la comunidad. A este Taller asistió el doctor Gerardo Sierra, investigador de este instituto y jefe del Grupo de Ingeniería Lingüística (GIL), para presentar los desarrollos que el Instituto de Ingeniería y en particular el GIL pueden ofrecer en este importante campo del conocimiento.

Participó también el maestro Sergio Carrera, con la conferencia invitada: *La política pública de desarrollo del sector tecnologías de información: avances y pendientes*.

En la inauguración del evento, el doctor Guillermo Aguilar Sahagún, director de Investigación Aplicada del CONACYT, presentó a los investigadores el programa de Redes Temáticas de Investigación del CONACYT que se propone crear un Plan Nacional de Desarrollo de la Investigación Científica y Tecnológica por cada una de las trece redes temáticas que han sido conformadas en colaboración con la Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación (SMCC), la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA) y la Red Mexicana de Investigación y Desarrollo en Computación (REMIDEC). Los resultados del Taller formarán parte del plan nacional en Tecnologías de Información y Comunicaciones.

El propósito del Taller, al identificar y caracterizar grandes retos de la investigación en Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), es hacer avances significativos en la investigación e innovación de esta área del conocimiento, y solucionar algunos de los grandes problemas sociales y económicos de México.

Las propuestas originales pueden consultarse en la página del taller: <http://turing.iimas.unam.mx/~GrandesRetosTIC/>.

En la clausura del evento, el doctor Tomás Viveros, director de Redes Temáticas del CONACYT, informó que próximamente se publicará la convocatoria para que los investigadores se integren a la red de las TIC del CONACYT.

## Noticias

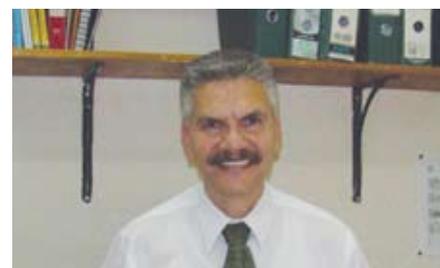
### Nuevo nombramiento

A partir del 15 de junio, el licenciado en contaduría José Valencia Chávez encabezará el Departamento de Recursos Humanos, en sustitución de la licenciada Gabriela Lewis.

José Valencia Chávez ha laborado en áreas administrativas de diversas dependencias universitarias: el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, la

Coordinación de la Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Estudios de Posgrado y la Coordinación Administrativa del campus Morelia. Es además profesor de la Facultad de Contaduría.

Agradecemos la colaboración de Gabriela Lewis, quien durante más de tres años se desempeñó al frente del Departamento de Recursos Humanos, y le deseamos éxito en sus nuevas actividades.



Damos una cordial bienvenida al contador Valencia Chávez, a quien igualmente deseamos muchos logros en su labor.

### Personal académico de nuevo ingreso

A partir del 1 de junio de este año ingresó al Instituto, como técnico académico titular B, Jesús Chávez Galán egresado del posgrado en ingeniería de la UNAM. El maestro Chávez Galán colaborará con el doctor David Morillón Gálvez, investi-

gador de la Coordinación de Mecánica y Energía, en edificación sustentable.

Por otra parte, el doctor Alfredo Hernández Noguera, ingresó al Instituto de Ingeniería a partir del 1 de junio, para

colaborar en los proyectos de investigación que se realizan en la Coordinación de Vías terrestres. Hernández Noguera estudió el doctorado en ingeniería civil con especialidad en pavimentos en la Universidad Politécnica de Cataluña, España, y en la Universidad de Nottingham, Inglaterra.

## Red de videoconferencia del Instituto de Ingeniería

POR MARCO AMBRIZ MAGUEY



El pasado 20 de abril, se estableció exitosamente el primer enlace de video entre el Instituto de Ingeniería y el CTIC, con el que se ponen en operación las tres nuevas salas equipadas con dicho servicio en este Instituto. La primera está ubicada en la Secretaría Académica en la Sala de Exdirectores del edificio 1; la segunda, en el aula 4 del edificio 18, y la tercera, en el LI-PATA en Juriquilla, Querétaro. Con ello la comunidad académica cuenta ahora con un medio tecnológico moderno que agilizará la comunicación nacional o internacional con otros centros de investigación, universidades, sector gubernamental y empresas privadas.

Esta Red de Video responde a nuevos requerimientos de comunicación de los investigadores, generados por las condiciones de movilidad, colaboración y vinculación que existen hoy en día para atender los problemas del país en investigación en ingeniería.

La Red de Video del II UNAM fue planeada para que su infraestructura fuera compatible con los estándares maduros de transmisión de audio y video, y para adaptarse tecnológicamente a los nuevos estándares que están siendo de-

sarrollados en el mundo y que serán adoptados por muchas organizaciones e instituciones educativas.

La Coordinación de Sistemas de Computo del II UNAM planeó cuidadosamente la implementación de esta Red de Video, tomando en consideración los aspectos técnicos que permiten contar con equipos de alta calidad de audio y video, así como capacidades de administración, monitoreo constante del uso del recurso y autoajuste de la velocidad que permiten utilizar eficientemente el ancho de banda de la red de cómputo del Instituto.

La infraestructura de la red de video está conformada por tres sistemas marca *Tandberg* ubicados en el aula 4 del edificio 18, en la Sala de Exdirectores del edificio 1 y en la Unidad Académica Juriquilla, los cuales se pueden integrar fácilmente con el equipo de la Torre de Ingeniería. Cada equipo tiene características individuales definidas para adecuarse a las características de la red.

Los equipos de video de los edificios 1 y 18, cuentan con un codificador (*codec*), una cámara, un micrófono de superficie, una pantalla de plasma con

sistema de audio integrado y un *no-break*; mientras que los equipos de la Unidad Académica Juriquilla y de la Torre de Ingeniería son móviles e integran el codificador y la cámara en un solo dispositivo.

Un punto por destacar, es la preparación de la red de video para soportar video de alta definición (HD), ya que los equipos fijos cuentan con cámaras de alta definición para enviar video de excelente calidad y una pantalla de plasma *full HD* de 50 pulgadas.

También se trabajó en la adecuación de cada uno de los espacios para proveer a los ponentes de una interfaz de conexión VGA para la transmisión directa de presentaciones digitales a través de una *laptop* o PC.

Para implementar la red de video del II UNAM, se utilizó como medio de conexión la red de datos existente, que es una red IP. Este tipo de redes IP son redes de conmutación de paquetes que se han convertido en el estándar de las telecomunicaciones digitales y ofrecen una arquitectura flexible y distribuida.

La primera fase de la implementación del sistema de video está basada en el protocolo estándar H.323 desarrollado por la ITU (International Telecommunication Union), que es el protocolo más utilizado en la actualidad, y permite la comunicación en tiempo real utilizando voz, video y datos multimedia a través de redes basadas en la conmutación de paquetes.

En esta fase, se consideró la implementación de un equipo multipunto (MCU) integrado a uno de los equipos codificadores, el cual permite la conexión de hasta cuatro sedes en una sesión de videoconferencia, y la instalación de un sistema de monitoreo y automatización de los equipos.

Ahora que el Instituto cuenta con una base sólida en su red de video, el siguiente paso es la segunda fase de implementación, que implica la integración de servicios para formar una infraestructura unificada que integre el video con la telefonía IP y con la red de datos a través de conferencias *Web* y mensajería instantánea.

Para esto, se ha comenzado a trabajar en la implementación de un *gatekeeper* para definir un esquema de marcación sobre el protocolo H.323, la implemen-

tación de una unidad multipunto que soporte video con más de diez sedes simultáneas y la integración del protocolo SIP, definido por la IETF (*Internet Engineering Task Force*).

Esto permitirá al Instituto de Ingeniería mantenerse a la vanguardia tecnológica y continuar con la innovación que siempre le ha caracterizado.

Finalmente, cabe destacar y reconocer la labor del personal de la Coordinación de Sistemas de Computo del IIUNAM,

Luis Alberto Arellano Figueroa e Irased Mier García, quienes participaron primordialmente en el análisis, diseño, desarrollo, pruebas y liberación de este sistema de video, así como la participación de manera complementaria de Araceli Martínez Lorenzana y Roberto Sánchez Rosas, en la parte de infraestructura de telecomunicaciones; Amalia García Gutiérrez, en la parte de los elementos de diseño gráfico del sistema, y finalmente, Cuauhtémoc Vélez Martínez, en la elaboración de guías rápidas de uso del sistema.

## Coordinador de Vías Terrestres

El Instituto de Ingeniería agradece ampliamente al ingeniero Santiago Corro Caballero, creador, impulsor y consolidador de la Coordinación de Vías Terrestres del II UNAM, su desempeño como coordinador de esta área a lo largo de 32 años.

Es tiempo, ahora, de renovar el equipo de trabajo, incorporando nuevos

integrantes y manteniendo la experiencia de los dos académicos fundadores: el ingeniero Santiago Corro Caballero, Investigador Titular C, y el ingeniero Francisco Armando Rangel Ordoñez, Técnico Académico Titular A, quienes han manifestado su deseo de continuar aportando conocimiento y compromiso en los proyectos por venir.

A partir de este 1 de junio, el doctor Efraín Ovando Shelley, Investigador Titular, fungirá como coordinador de Vías Terrestres. Él tiene la tarea de atraer a nuevos integrantes a la Coordinación, posdoctorados y becarios de los tres niveles, con objeto de fortalecerla y promoverla para captar proyectos patrocinados en esta área vital para el desarrollo de México. En ello ya se han hecho avances y estamos seguros de que en breve podremos cosechar los frutos.

## Centro de maquinado vertical de control numérico

El viernes 5 de junio se hizo la demostración de la operación del nuevo Centro de maquinado vertical de control numérico, instalado en el taller mecánico (en el basamento del edificio 12). Este equipo se adquirió a partir de la reubicación y renovación del taller mecánico.

Dicho centro sirve para hacer piezas de alta precisión, de geometrías especiales, o para la fabricación en serie de piezas iguales para prototipos básicamente.

La demostración estuvo a cargo del ingeniero Germán Carmona Paredes



Germán Carmona Paredes; centro de maquinado vertical de control numérico

# Efraín Ovando Shelley

IMPULSAR LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
DEBE SER UN COMPROMISO SERIO POR  
PARTE DE LAS AUTORIDADES

POR VERÓNICA BENÍTEZ

El suelo de la ciudad de México presenta varios problemas: es muy blando y tiene mucha agua, lo que amplifica las ondas sísmicas, y genera otras complicaciones, como el fenómeno del hundimiento regional.

Tendemos a pensar que los temblores son la máxima catástrofe que afecta a nuestro país, pero la verdad es que México está expuesto a muchos riesgos que no son de corta duración. Uno de ellos es el fenómeno del hundimiento regional, que se da poquito a poco pero constantemente al menos desde mediados del siglo XIX. Este hundimiento es el causante de situaciones críticas en muchas partes de la ciudad y también contribuye a la aparición de grietas en el terreno, las cuales ha llamado la atención de la prensa últimamente.

Estudiar las arcillas de la ciudad ha sido uno de los temas de investigación que han ocupado al doctor Efraín Ovando Shelley, investigador de la Coordinación de Geotecnia desde hace más de algunos años.

*Este tipo de situaciones relacionadas con las arcillas de la ciudad —nos explica Ovando Shelley— se van a ir agudizando, y van a afectar, además de al patrimonio arquitectónico, a la infraestructura urbana, que se deteriorará. Los problemas de esta ciudad, que nació sobre agua, son precisamente por la falta o el exceso de este líquido.*

*El tema es muy interesante: Conocer las condiciones del suelo me ha permitido llevar a cabo estudios de ingeniería aplica-*



*da enfocados a las cimentaciones para la conservación de monumentos. En especial, el proyecto de la Catedral, donde colaboré con Enrique Santoyo y Enrique Tamez, y dentro del II UNAM y por estricto orden alfabético, con Jesús Alberro, Gabriel Auvinet, Manuel Mendoza y Miguel Romo.*

*En la Catedral Metropolitana se han hecho aportaciones novedosas, desarrollos tecnológicos que han demostrado ser útiles para muchos otros proyectos de ingeniería tanto en estructuras patrimoniales o históricas como de otros tipos. Además, hemos tenido la oportunidad de establecer un contacto intenso, académico e ingenieril con varios miembros del comité para la salvaguarda de la Torre de Pisa.*

*Como podemos ver —agrega Efraín Ovando— la idea de vincular al Instituto con el exterior es fundamental para el quehacer del II UNAM. Sin embargo, tal parece que chocara con las políticas del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM y con las del Sistema Nacional de Investigadores, donde dan mucho peso a las publicaciones y parecen no tomar en cuenta el trabajo específico del ingeniero.*

*Por citar un ejemplo, los estudios realizados por el Instituto de Ingeniería sobre los problemas de inundación de la ciu-*

dad de Villahermosa, Tabasco, han sido determinantes para salvaguardar a la población; esto no ha significado, por el momento, ningún artículo, pero el lograr que se preserve la vida, que se conserve la actividad económica en situaciones extremas debería ser reconocido por las comisiones evaluadoras del CTIC y el SNI. Ello no quiere decir que no debamos publicar el resultado de nuestro trabajo, no, sólo hay que reconocer que nuestro objetivo prioritario no se limita a escribir artículos, que nos lean en otros países y a tener presencia en revistas internacionales. La ingeniería como yo la concibo tiene otro enfoque, el que se refiere al compromiso social del instituto y de nuestra universidad de “contribuir a la solución de los grandes problemas nacionales”. Desde luego, ambos objetivos no son mutuamente excluyentes. También hay que señalar lo valioso que es para los ingenieros de la práctica lo que los investigadores presentamos en los congresos, porque les ayuda a mejorar la calidad de su trabajo profesional. Lo que quiero decir es que debe importar tanto que nos lean aquí en México como en el extranjero.

Los investigadores debemos tener presente la importancia de compartir nuestros conocimientos, y nuestros gobernantes deben tener visión de estado para entender el valor y la trascendencia del desarrollo científico y tecnológico. Debe ha-

ber un compromiso serio por parte de las autoridades para impulsar la ciencia y la tecnología. Debieran proscribirse los efluvios salivales de coyuntura o los compromisos meramente declarativos, arribistas o de plano convenencieros, si como en estos días coinciden con épocas de elecciones.

En este sentido el panorama de los actuales gobernantes parece ser muy limitado, no hay, si a los hechos nos atenemos, interés en fortalecer a la Universidad pública pues las autoridades carecen de la visión para considerarla de utilidad ¡precisamente pública! No se sabe si son incapaces o si obedecen a intereses particulares.

Tengo una visión pesimista sobre el futuro de México. Da pena ver cómo otros países, Brasil por ejemplo, que hace 30 años estaban aprendiendo de los mexicanos, hoy día desarrolla tecnología de punta importante en cuestiones de extracción del petróleo. Nuestros gobernantes no han tenido la visión para atender esos problemas. Así, por más que la UNAM haga su parte, es muy difícil que se pueda avanzar en ese sentido.

Considero que en el II UNAM se deben reforzar todas las áreas y, por supuesto, se deberían abrir nuevas líneas de investigación a fin de contar con gente preparada en nuevas áreas; buenos ingenieros que además de tener conocimientos de ingeniería tengan cultura, que sepan donde viven, que estén ubicados en su entorno y que además se dediquen a lo que es su oficio. El ingeniero debe aprender a resolver problemas con creatividad, no sólo a aplicar fórmulas en automático; debe tener capacidad de análisis y de síntesis; además, debe estar comprometido con nuestra escuela, con nuestra institución, independientemente de la ideología.

El doctor Efraín Ovando es ingeniero civil y maestro en ingeniería (mecánica teórica y aplicada), egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Realizó adicionalmente una maestría en ciencias y un doctorado en mecánica de suelos en el Imperial College of Science and Technology de Londres.

Por su trabajo académico se ha hecho acreedor a los premios: Manuel González Flores (1990), otorgado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos y el Javier Barros Sierra (1999 y 2003), concedido por el Colegio de Ingenieros Civiles de México.

Le gusta caminar para mantenerse en forma, y él mismo se califica como “el investigador que mejor cocina de todo el Instituto”. ❧



# Entrevista con Iván Moreno Andrade

POR PATRICIA AGUILERA



El 2 de junio del presente año, la Academia Mexicana de las Ciencias (AMC) otorgó el premio Weizmann-Kahn al doctor Iván Moreno Andrade, por haber realizado el mejor trabajo de investigación doctoral en el área de ingeniería y tecnología. La tesis *Biodegradación óptima de compuestos fenólicos en un reactor discontinuo secuencial* ha recibido otras distinciones: el premio Alfredo Sánchez Marroquín, de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, y el Premio a la mejor tesis doctoral del Colegio de Ingenieros Ambientales de México. El doctor Moreno Andrade también fue galardonado con la medalla Alfonso Caso, de la UNAM, por su excelente desempeño en los estudios de doctorado y por ser el graduado más distinguido del posgrado en ciencias biológicas, en 2006.

Iván es investigador del Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas (LIPATA) de la Unidad Académica Juriquilla del II UNAM. Se incorporó al Instituto después de haber realizado un posdoctorado en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de California, en Berkeley, con el grupo del profesor Slawomir W Hermanowicz.

En la entrevista que concedió para esta Gaceta del II, Iván Moreno Andrade habló, entre otras cosas, de la relevancia de su trabajo.

## **¿QUÉ REPRESENTA PARA TI EL PREMIO QUE TE OTORGÓ LA AMC?**

**IM** La AMC es una institución que busca dar a conocer nacional e internacionalmente las investigaciones realizadas por científicos mexicanos. Los miembros de la AMC son investigadores activos, altamente reconocidos, adscritos a diferentes instituciones, cuya labor ha contribuido al desarrollo de nuestro país.

*Para mí es un honor que personas con esa trayectoria consideren de gran relevancia para el área de ingeniería y tecnología la investigación doctoral que realicé. Esta academia concede también una distinción a las ciencias exactas y naturales.*

## **¿EN QUÉ CONSISTIÓ EL PROYECTO?**

**IM** En el proyecto de investigación, propusimos estrategias para resolver una problemática específica: el

tratamiento de aguas residuales industriales, que en la mayoría de las ocasiones resulta difícil de efectuar con métodos convencionales. Esta tesis se puede dividir en dos temáticas, la primera aborda el problema desde un punto de vista de ciencia básica, buscando entender el proceso desde el aspecto microbiológico. Para esto, evaluamos la actividad de los microorganismos que realizan la degradación de los compuestos tóxicos durante procesos de aclimatación, desaclimatación por estrés, ayunos y aumentos repentinos en la concentración de compuestos tóxicos. También se llevaron a cabo estudios muy específicos de cepas puras para comprender los cambios que los microorganismos sufren al estar en condiciones de estrés.

El segundo enfoque es de aplicación. En este caso se evaluó una estrategia de control, con la cual se obtuvo la biodegradación óptima de compuestos inhibitorios que están presentes en las aguas residuales industriales, especialmente las derivadas de las industrias químicas, farmacéutica y petroquímica.

Este proyecto, financiado por la Unión Europea, se realizó en colaboración con un equipo multidisciplinario, sin el cual no se hubiera podido concretar el desarrollo tecnológico. Por ello, agradezco a los doctores Jaime Moreno (investigador de la Coordinación de Eléctrica y Computación, II UNAM), Manuel J Betancur (en aquel tiempo estudiante de doctorado en la Coordinación de Eléctrica y Computación, II UNAM), y Germán Buitrón (director de mi tesis y en aquel momento investigador de la Coordinación de Bioprocesos Ambientales, ahora en el Laboratorio de Investigación en Procesos de Tratamiento del Agua, LIPATA, del II UNAM).

### **¿CUÁL ES TU FORMACIÓN PROFESIONAL?**

**IM** Inicialmente me formé como técnico en alimentos, y después realicé la licenciatura en biología en la Universidad Veracruzana, en Córdoba, Ver. La maestría y doctorado los hice en el Posgrado en Ciencias Biológicas (mis trabajos de tesis en el II). Durante mi doctorado, efectué una estancia de investigación en el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA-Narbonne) en Francia. Ahí aprendí técnicas de biología molecular para caracterizar a los microorganismos presentes en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Recientemente pasé una estancia posdoctoral en la Universidad de California, en Berkeley (UC-Berkeley), donde trabajé con biorreactores de membrana, específicamente en las características de la biomasa y su dinámica poblacional.

### **¿CUÁNDO TE INCORPORAS AL INSTITUTO DE INGENIERÍA?**

Debido a que siempre me interesó el tratamiento de aguas residuales, decidí realizar el Servicio Social en un grupo donde pudiera aprender del tema, y hace diez años tuve la oportunidad de conocer a Germán Buitrón, quien me permitió incorporarme a su grupo de trabajo como investigador en el LIPATA.

### **¿POR QUÉ TE INTERESÓ COLABORAR EN ESTE EQUIPO?**

**IM** Siempre me pareció interesante formar parte de un grupo de investigación multidisciplinario. Me di cuenta de que el objetivo era reunir profesionales de diferentes áreas: químicos, biólogos, ingenieros en electrónica, en control, los que hacen gestión, etc, para encontrar soluciones y propuestas integrales a los problemas de tratamiento de las aguas residuales.

### **¿QUÉ HA REPRESENTADO PARA TI EL TRABAJO EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA?**

**IM** Trabajar en el instituto de ingeniería me ha permitido comprender mucho mejor los procesos de biodegradación que investigamos; por ser un grupo multidisciplinario, podemos abordar los problemas y resolverlos de manera integral.

### **PLATÍCANOS ACERCA DE TU EXPERIENCIA DE TRABAJO ACADÉMICO EN EL EXTRANJERO**

**IM** En mi estancia en el Laboratorio de Biotecnología del Ambiente del INRA en Francia, me gustó mucho el modelo de trabajo interdisciplinario. En el laboratorio existían diferentes áreas divididas según sus temáticas; existe el área de biología molecular (donde yo estuve), de procesos, de automatización y de transferencia de tecnología. Gracias a esto pueden resolver los problemas de manera conjunta.

Por otra parte, el hecho de hacer un posdoctorado fuera de la UNAM, particularmente en EUA, me ayudó a ampliar la perspectiva sobre cómo funcionan otros grupos de investigación. Elegí realizar mi estancia posdoctoral en el Depto de Ingeniería Civil y Ambiental de UC-Berkeley debido a que es una institución de gran prestigio, con alto nivel académico y su programa de ingeniería ambiental se encuentra en el número 1 del "ranking" de todo EUA. La experiencia fue enriquecedora en todos los sentidos. Estar en un espacio donde se reúnen varios expertos de diferentes lugares me permitió darme cuenta que se trata de compartir conocimientos y aprender de las experiencias académicas que cada quien ha adquirido a través del tiempo en sus lugares de origen y de cómo puedes mejorar el trabajo en equipo.

## ¿QUÉ DIFERENCIA ENCONTRASTE EN LA FORMA DE TRABAJAR DEL LABORATORIO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE UC-BERKELEY Y EL DEL II UNAM

**IM** Los grupos de investigación están conformados por profesores (investigadores), los cuales dirigen generalmente a posdoctorantes y estudiantes de doctorado; esto tiene como resultado que las investigaciones se realicen de una manera eficiente, lo que repercute en alta productividad.

En nuestro país, en cambio, los equipos de trabajo están formados la mayoría de las veces por estudiantes de maestría y licenciatura, sólo en contadas ocasiones por estudiantes de doctorado. Esto lleva a que la producción sea un poco más pausada.

Sin embargo, es necesario remarcar que en cuanto a calidad académica e instalaciones no encontré diferencias. Nosotros contamos con una institución de primer nivel y excelencia académica.

## ¿CUÁL ES TU PRÓXIMA META EN LA VIDA ACADÉMICA?

**IM** Me gustaría formar un equipo de investigación sólido para desarrollar nuevas líneas de investigación. Por tanto, debo poner empeño en la formación de alumnos y, claro, en la producción de conocimientos. Lo que me interesa es hacer cosas relevantes como equipo, que seamos cada vez mejores en lo que hacemos y que esto se refleje en la Unidad Académica de Juriquilla, en el Instituto de Ingeniería y, por ende, en la UNAM.

## ¿QUÉ NOS PUEDES PLATICAR ACERCA DE TU VIDA PERSONAL?

**IM** Tengo 30 años, nací en la ciudad de Córdoba, en Veracruz. Soy el mayor de tres hermanos y, como en el trabajo, mi familia es multidisciplinaria: mi mamá es cultora



Laboratorio LIPATA en Juriquilla

de belleza, mi papá arquitecto, la mayor de mis hermanas tiene una maestría en contaduría y la pequeña, que está en prepa aún, no se decide. En mi infancia tenía varias actividades, como pertenecer a los scouts, donde nació mi gusto por acampar, escalar y apreciar la naturaleza. Durante las épocas de prepa y universidad jugaba mucho fútbol y basquetbol, los cuales me resultaban gratamente lucrativos cuando apostábamos una torta, un refresco o, “de pérdida”, unas galletas.

Cuando comencé la carrera conocí a Ariane, mi esposa, la cual no compartía mi afición por la biología, pero sí el mismo vecindario. Después de un noviazgo de poco más de cuatro años, nos casamos y hasta ahora han sido ocho años maravillosos. Tenemos dos niñas, Nolwen de cinco años y Megan de diez meses. A mi esposa siempre le ha gustado bailar, aunque por azares del destino le tocó un marido con dos pies izquierdos; pero bueno, ahora comenzará a ser como las clásicas mamás que en las fiestas bailan con sus hijas pequeñas.

Me gusta la música de trova, leer y ver películas, aunque últimamente, a petición de mi hija, me he vuelto experto en las películas de princesas y toda la gama de títulos infantiles. Sobra decir que me siento un hombre afortunado personal y profesionalmente. 🍀



Laboratorio LIPATA en Juriquilla

# Plan Hídrico Integral de Tabasco

## 1ª parte

POR JAVIER CARRILLO SOSA Y VERÓNICA BENÍTEZ

A fines de octubre de 2007, varias depresiones tropicales y frentes fríos en el sureste y golfo de México generaron lluvias intensas y continuas que provocaron la peor inundación reportada en Tabasco; éstas precipitaciones cubrieron buena parte del territorio del Estado, además de inundar parte de la sierra de Chiapas.

La población afectada fue cerca de un millón de personas, y surgieron problemas sociales, de salud, económicos y ecológicos severos, los cuales aún ahora están siendo evaluados. Los daños más serios se presentaron en la ciudad de Villahermosa, 80 % inundada por el desbordamiento de los ríos Grijalva y Carrizal, la cual quedó incomunicada además, al colapsarse las vías de comunicación (GTE, 2008). Se calcula que los daños materiales superan tres millones de dólares.

La inundación sucedió por haber fallado el sistema de protección, al sobrepasarse, romperse o estar inconclusos los bordos y diques que lo integraban. Entre las principales causas se encuentran: zonas donde el suelo contiene materia orgánica que le resta resistencia, y otras generadas por el hombre: carreteras y caminos, crecimiento urbano en zonas de alto riesgo, etc, acrecentadas a lo largo de los años.

Estos eventos evidenciaron la necesidad de elaborar un Plan Hídrico Integral para Tabasco (PHIT). Para ello, la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) acordó en 2008 solicitar apoyo al II UNAM, y entre las primeras tareas por hacer surgieron el Plan de Acción Urgente (PAU) y el Plan de Acción Inmediata (PAI).

Para establecer las acciones a seguir en el PAU y PAI, y dar forma al PHIT, se realizó un estudio integral del sistema hidrológico de Tabasco. Éste es muy complejo, con abundancia de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico, en constante in-

teracción. Los motivos de inundación en Tabasco son muy variados, influyen problemas con las presas, los ríos, la cimentación de las obras para controlar la avenida de las aguas, sea por lluvia o por escurrimientos, además de los asentamientos humanos en las zonas de riesgo.

Entre las primeras acciones, se consideraron el proceso de reparación de daños y la mitigación de riesgos, involucrando la rehabilitación de la infraestructura existente, especialmente la estructura de control. Ésta se está construyendo en la bifurcación Mezcalapa-Samaria-Carrizal; está parcialmente terminada en la actualidad y consiste en diques de estrechamiento y el canal derivador de la margen izquierda.

Durante la implantación del Plan Hídrico en su primera etapa, se siguieron los pasos presentados a continuación:

- Caracterizar y documentar el evento de octubre y noviembre de 2007.
- Determinar las causas e impactos asociados con los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan al estado de Tabasco. Lo anterior incluye el diagnóstico de la infraestructura del sistema del río Grijalva-La Sierra-Usumacinta.
- Desarrollar, adaptar y aplicar modelos matemáticos, de simulación, optimización y evaluación, así como modelos físicos, técnicas de percepción remota y otras herramientas de apoyo a la toma de decisiones, asociadas con la predicción de eventos meteorológicos, la operación óptima del sistema hidroeléctrico del Grijalva, los ríos de la Sierra y el control de inundaciones en la planicie Tabasqueña.

### ANTECEDENTES

Aunque hay registros de inundaciones en Villahermosa desde 1879, éstas no tuvieron el impacto de las ocurridas durante octubre y noviembre de 2007, cuando fueron afectadas diferentes localidades, además de Villahermosa. También se

analizó la información hidrometeorológica correspondiente a los registros históricos de precipitación, así como de los escurrimientos que tienen lugar en el territorio tabasqueño, incluyendo el territorio chiapaneco, por su contribución a través de los ríos de la Sierra y Mezcalapa.

Comparando los registros históricos de precipitación, se comprobó que los fenómenos ocurridos durante 2007 alcanzaron 548.7 mm; esto es, poco más del doble del valor medio histórico para ese mes. En esa ocasión, como consecuencia de las lluvias de días anteriores el terreno se humedeció, lo que saturó el suelo y con ello hubo una disminución del coeficiente de infiltración y un aumento en el de escurrimiento; así, los caudales de los ríos se incrementaron y los niveles de agua en ellos estuvieron cerca o por encima de las cotas críticas.

Gran parte de la lluvia escurrió sobre el terreno, otra se almacenó en las lagunas y una más llegó a los cauces de los ríos incrementando los niveles del agua en ellos por encima de la elevación de las coronas de sus bordos o barrotes. Esto causó, el desbordamiento de agua que provocó las inundaciones en Tabasco.

Tabla 1. Eventos hidrometeorológicos extremos durante 2007

FECHA	FENÓMENO NATURAL	UBICACIÓN
Octubre 11 y 12 de 2007	Frente frío No 2 y la circulación de una baja presión cerca de la frontera con Guatemala	Tabasco y Guatemala
Octubre 21 y 24 de 2007	Frente frío No 3	Tabasco
Octubre 28 a 1 de noviembre de 2007	Frente frío No 4 combinado con la tormenta tropical Noel en el mar Caribe	Tabasco y Caribe

Los trenes de lluvias que se presentaron debido a los fenómenos anteriormente mencionados son:

a) Del 21 al 24 de octubre, con una lámina promedio diaria del orden de 100 mm

b) Del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2007, con una lámina promedio diaria mayor de 100 mm, sobre todo en la región del río de la Sierra, donde fue del orden de 160 mm.

En cuanto a las lluvias de la zona del sistema de presas y el río Mezcalapa, éstas generaron avenidas que dieron lugar a la entrada de grandes volúmenes de agua en el vaso de la presa Peñitas.

Datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) señalan un ingreso, entre el 11 y 12 de octubre, superior a los 5000 m<sup>3</sup>/s y otro, del mismo orden, el 29 de octubre. La primera creciente se descargó en la forma convencional, es decir, por las turbinas, pero la avenida generada por el segundo tren de lluvias se presentó cuando aún estaba siendo desalojada la primera creciente y no había bajado lo esperado el nivel del almacenamiento de la presa.

La acción para no poner en peligro de una rotura a la cortina de la presa Peñitas fue descargar por el vertedor de excedencias, lo que trajo como consecuencia que en las estaciones hidrométricas Samaria y González, se presentaron gastos máximos de 2 300 y 1 450 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. La fig 1 muestra el funcionamiento de la presa en octubre y noviembre de 2007.

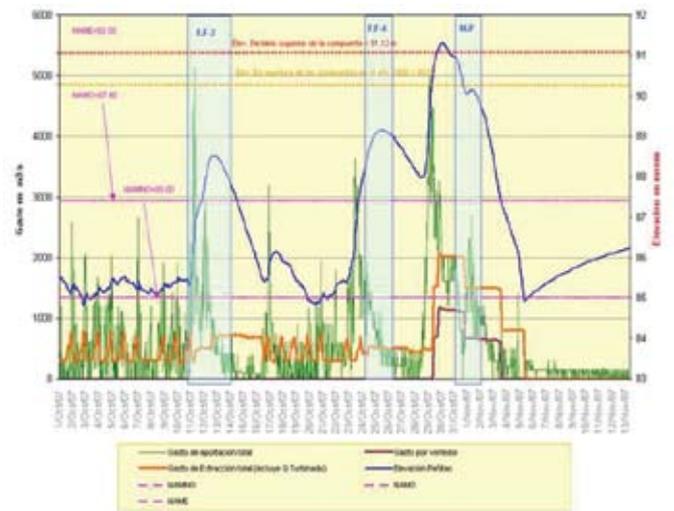


Fig 1. Funcionamiento de la presa Peñitas durante los fenómenos hidrometeorológicos de octubre, 2007

Durante el segundo tren de precipitación, el registro de los caudales de las estaciones Tapijulapa y Teapa, en la cuenca de los ríos, indicó gastos de 3 300 y 600 m<sup>3</sup>/s, respectiva-



mente. Por último, en la cuenca del río Chilapa, el periodo de retorno fue mucho menor de 100 años.

También se realizaron estudios donde se descartó el efecto de la marea como causa de las inundaciones.

### HIDROLOGÍA

Para conocer plenamente el funcionamiento hidrológico, se estudiaron los escurrimientos máximos ocurridos en la cuenca baja del río Grijalva (fig 2), la cual se dividió en tres subcuencas:

- a) La de los ríos de la Sierra delimitada por las estaciones hidrométricas de Pichucalco, Teapa, Puyacatengo y Tapijulapa,
- b) La del río Chilapa, delimitada por las estaciones Salto de Agua y Macuspana,
- c) La del río Usumacinta.

Adicionalmente, se revisaron los escurrimientos en la cuenca de la “bifurcación” comprendida entre la presa Peñitas y los sitios de las estaciones hidrométricas González y Samaria, así como las políticas de operación del conjunto de presas: La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas.



Fig 2. Sistema Hidrológico del Bajo Grijalva

En todos los casos, se calcularon las avenidas de diseño a partir de los gastos medios diarios registrados en las estaciones hidrométricas considerando la información disponible hasta 2008.

Se hizo un análisis estadístico de los eventos históricos comparando los resultados con los obtenidos en un estudio previo realizado en el año 2000 por el Instituto de Ingeniería, UNAM.

El análisis de los resultados obtenidos para toda la cuenca baja del Grijalva muestra que el evento de 2007 fue significativo en el proceso de estimación de los gastos máximos anuales que definen las avenidas de diseño. Asimismo, se concluye que dicho evento corresponde aproximadamente a un periodo de retorno de 100 años en los ríos de la Sierra y a un periodo de retorno sólo ligeramente menor para la cuenca de la bifurcación.

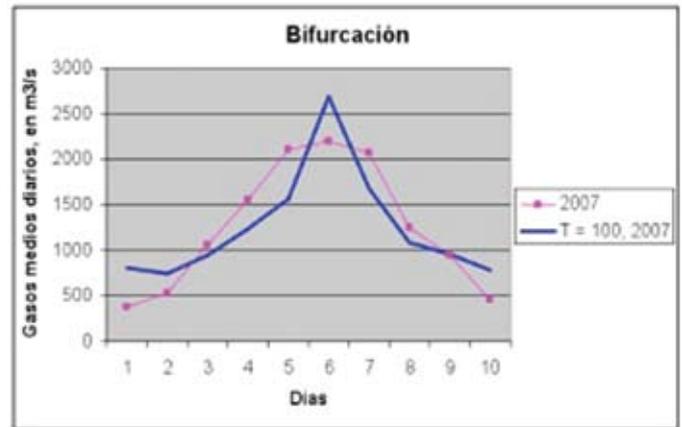


Fig 3. Comparación entre los escurrimientos registrados y los de 100 años de periodo de retorno para la cuenca de la bifurcación

En la cuenca del río Chilapa, los escurrimientos registrados en 2007 fueron mucho menores que los correspondientes a 100 años de periodo de retorno, lo mismo que en la cuenca del río Usumacinta.

Finalmente, debido a que las descargas de la presa Peñitas, y particularmente su frecuencia, dependen de la operación de todo el sistema Grijalva situado aguas arriba (véase fig 1), en el estudio de las avenidas de diseño de las descargas de Peñitas, se analizaron las políticas de operación de las presas La Angostura y Malpaso, para determinar después las avenidas de diseño de Malpaso y Peñitas y, en particular, de las cuencas formadas como resultado del caído. Se llama caído a la acumulación de tierra producto de una falla geotécnica, que impide el paso del agua.

La simulación de las políticas óptimas, obtenida mediante programación dinámica, mostró que ni en La Angostura ni en Malpaso se presentan derrames para el registro histórico de 25 años. Al simular diez series sintéticas de 100 años cada una, se estimó que los derrames en La Angostura se presentan con un periodo de retorno ( $T_r$ ) de 110 años mientras que en Malpaso se tienen derrames para un  $T_r$  aproximado de 70 años. Las avenidas en ambas cuencas no son simultáneas.

# Impacto de proyectos

Adicionalmente, se simuló el tránsito de las avenidas de diseño por la obra de excedencias de Malpaso para varios periodos de retorno, estableciendo como gasto máximo de descarga en Malpaso 3 150 m<sup>3</sup>/s para un Tr de 100 años.

En el caso del tránsito de las avenidas de diseño para un Tr de 10 000 años por Peñitas, se determinó que no se rebasa el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) incluso en caso de que ingrese a Peñitas, proveniente de Malpaso, un gasto correspondiente a una avenida con un Tr de 10000 años; se encontró que el nivel del agua estaría 1.26 m abajo del NAME.

Puesto que las crecientes en la cuenca de Peñitas son de corta duración y la ocurrencia de dichas crecientes no es simultánea en las dos cuencas (Malpaso y Peñitas), se estimó que las descargas de Peñitas con Tr de 50 y 100 años serían de 3 700 y 4 700 m<sup>3</sup>/s, bajo el supuesto de que se cuente con

un sistema telemétrico de medición que garantice la posibilidad de cerrar temporalmente Malpaso, mientras transitan por Peñitas las avenidas extraordinarias que ocurren en su cuenca propia.

El funcionamiento del vaso de la presa Peñitas fue determinante para establecer los gastos de diseño presentes durante el caído.

Finalmente, se recomienda considerar un gasto medio diario total para la bifurcación de 6 500 m<sup>3</sup>/s para un Tr de 100 años y de 5 300 m<sup>3</sup>/s para un Tr de 50 años.

La tabla siguiente presenta un resumen de los gastos medios diarios calculados para avenidas con duración de diez días asociadas a un Tr de 100 años en las cuencas del bajo Grijalva y para la cuenca de la bifurcación. ■

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ríos de la Sierra</b>										
Picualco reg	70	137	119	439	1589	780	309	223	156	207
Teapa reg	101	140	112	465	1628	808	318	282	242	241
Puyacatengo reg	24	52	38	152	709	255	139	114	76	96
Tapijulapa reg	281	336	361	1231	3719	1738	1058	839	507	707
<b>Total reg</b>	<b>621</b>	<b>730</b>	<b>617</b>	<b>2448</b>	<b>7331</b>	<b>3599</b>	<b>1853</b>	<b>1506</b>	<b>970</b>	<b>1193</b>
<b>Chilapa</b>										
Macuspana	1181	1212	1147	1351	1431	1481	1417	1285	1212	1173
Salto de Agua	845	1105	1250	1608	2146	2570	1824	1372	1221	899
<b>Total</b>	<b>1896</b>	<b>1986</b>	<b>1948</b>	<b>2444</b>	<b>3187</b>	<b>3685</b>	<b>2680</b>	<b>2304</b>	<b>1910</b>	<b>2050</b>
<b>Usumacinta</b>										
Boca del Cerro	7705	8153	8394	8586	8615	8671	8556	8502	8323	7935
<b>Bifurcación</b>										
Gon+Sam-Peñi	806	738	946	1238	1564	2680	1678	1080	964	776

Tabla 2. Gastos máximos para 1 a 10 días de duración

## ESCUELA DE VERANO DE POTENCIA UNAM 2009 EVP-UNAM/2009

5-7 agosto  
Torre de Ingeniería  
A un costado de la alberca  
en Cd Universitaria

INFORMES E INSCRIPCIONES:  
cubículo 6, PB Ed Luis G Valdés Vallejo.  
Anexo Facultad de Ingeniería  
Tel: 5622 3071/temoc.unam.fi@ieeee.org  
Dr César Ángeles Camacho  
5623 3600 Ext 8810  
CAngelesC@ii.unam.mx  
<http://www.ingeniería.unam.mx/-ieeee/>



# La Coordinación de Geotecnia se apoya en tres laboratorios: mecánica de suelos, enrocamientos y geoinformática.

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

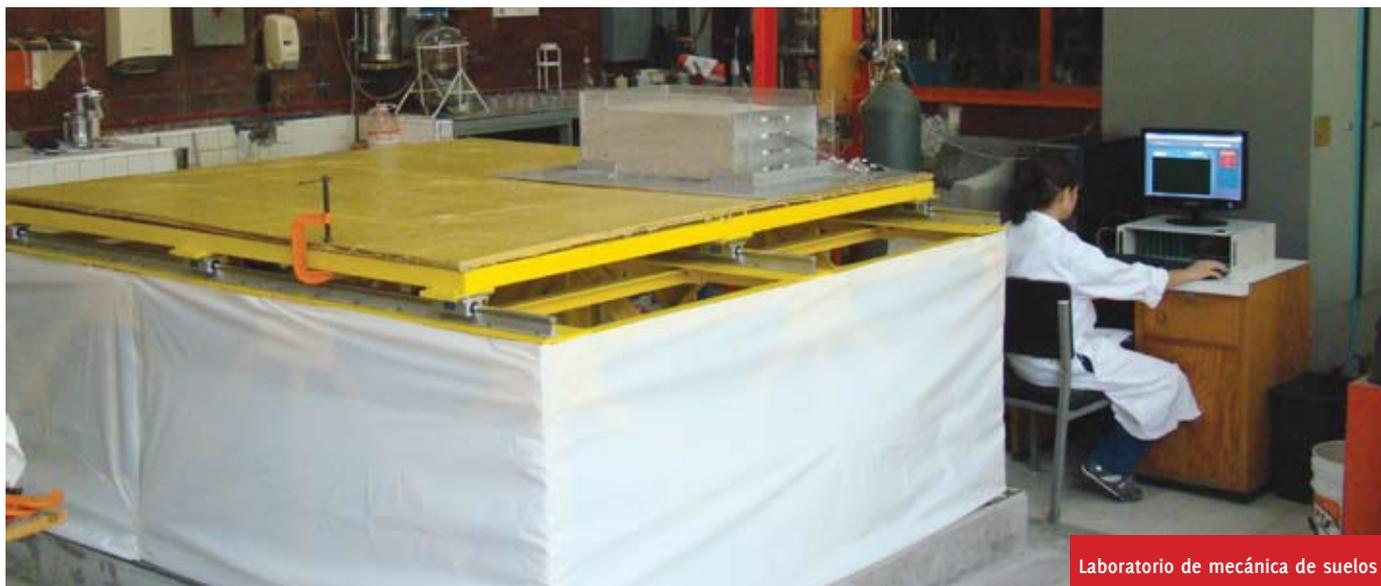
En el laboratorio de mecánica de suelos Guillermo Hiriart Molinar —inaugurado en 1958— se han realizado estudios sobre identificación y clasificación de suelos, propiedades dinámicas y estáticas de suelos granulares y cohesivos, y se han modelado estructuras térreas a escala, bajo condiciones dinámicas, para determinar el comportamiento de suelos y la interacción suelo-estructura, así como la caracterización de suelos granulares para estimar el potencial de licuación.

Dentro de los principales trabajos aquí realizados se encuentran las determinaciones de: las propiedades mecánicas de suelos marinos para construcción de plataformas, las propiedades mecánicas de suelos compactados para construcción de presas de tierra y enrocamiento, las propiedades mecánicas de arcillas del valle de México y el comportamiento dinámico de suelos licuables.

Recientemente, se ha analizado el comportamiento estático y dinámico del poliestireno expandido (EPS), el comportamiento dinámico de un sistema muro de retención-inclusión compresible-suelo, el diseño y construcción de un sistema para medir las velocidades de onda de cor-



Laboratorio de mecánica de suelos



Laboratorio de mecánica de suelos

tante y compresión en suelos, el diseño y construcción de una mesa vibradora unidireccional para ensayar modelos de hasta 100 kg de masa, y el diseño y construcción de una cámara triaxial neumática para pruebas triaxiales anisotrópicas a muy bajas deformaciones.

El equipo de este laboratorio está integrado por tres columnas resonantes, siete cámaras triaxiales dinámicas para probetas de 3.6 y 7 cm de diámetro, un equipo triaxial dinámico para probetas de 10.14 y 15 cm de diámetro, tres cámaras triaxiales estáticas de desplazamiento controlado, un equipo triaxial estático neumático con consolidación anisotrópica, un equipo dinámico cíclico-torsionante, tres consolidómetros de palanca, dos celdas Rowe para ensayos de consolidación unidimensional, un consolidómetro neumático para consolidación unidimensional y dos mesas vibradoras unidireccionales.

El laboratorio se encuentra ubicado en la planta baja del edificio 4 del II UNAM. Los encargados de éste son los doctores Osvaldo Flores Castellón y Miguel P. Romo Organista, responsable directo y coordinador del área de geotecnia, respectivamente. Los usuarios son los investigadores del área, estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado.

## **LABORATORIO DE ENROCAMIENTOS**

El Laboratorio de Enrocamientos lleva el nombre de Nabor Carrillo Flores e inició sus actividades en 1958. Desde entonces se han realizado importantes estudios sobre el comportamiento mecánico de suelos granulares con partículas de gran tamaño. Entre los principales trabajos ahí desarrollados resalta una investigación internacional so-



Laboratorio de enrocamientos. Cubo triaxial

bre el comportamiento de materiales granulares gruesos en una cámara triaxial de 1 m de diámetro por 1.5 m de altura, cuyos resultados fueron decisivos en el diseño y construcción de presas de altura mayor de 100 m; se han llevado a cabo ensayos en cámara de deformación plana para comparar resistencia con las obtenidas en una cámara triaxial, además de estudios de la microestructura de la arcilla del valle de México, usando un microscopio de barrido electrónico.

Entre los trabajos más recientes se encuentran las investigaciones sobre pilas coladas en sitio en una masa de suelo granular, bajo diferentes condiciones de esfuerzo y densidad, y sobre materiales sintéticos (EPS) mediante el microscopio electrónico.

Este laboratorio cuenta con un cubo triaxial para enrocamientos, juego de tamices para suelos gruesos, microscopio electrónico, además de equipo y herramienta menor.

El laboratorio está ubicado en el edificio 7 del II UNAM. Igual que en el laboratorio anterior, el responsable es el doctor Miguel P Romo Organista, y los usuarios son investigadores de geotecnia y estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado.

### **LABORATORIO DE GEOINFORMÁTICA**

El Laboratorio de Geoinformática inició sus actividades en 1992 y tiene como objetivo principal desarrollar técnicas que permitan describir con precisión la estratigrafía y la variación espacial de las características geotécnicas del subsuelo de la República Mexicana y muy particularmente de la cuenca de México. En él, se desarrollan métodos para captura, procesamiento y visualización; también se recurre a técnicas avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y a los métodos de estimación y simulación de la Geoestadística. El laboratorio participa en múltiples proyectos de investigación y ofrece servicios de apoyo para la planeación y diseño de obras civiles públicas y privadas en el país.

Se ha avanzado en el estudio de diversos aspectos de la problemática geotécnica de la cuenca de México: el hundimiento regional, el agrietamiento del suelo, anomalías geotécnicas y la ubicación de galerías, cavernas y otras oquedades, para lo cual han resultado de gran utilidad los recorridos y levantamientos realizados en campo.

Con la información reunida y procesada, se elaboran mapas de riesgos geotécnicos y geoambientales cada vez



más completos y extensos, que resultan de gran utilidad. El laboratorio ha realizado estudios locales detallados de múltiples zonas de la cuenca de México. A partir de los trabajos anteriores, se ha elaborado la nueva zonificación geotécnica del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 2004. En la misma forma, se ha estudiado el subsuelo de sitios ubicados en los estados de Veracruz, Tabasco, Querétaro, Yucatán, Puebla, Guerrero, Chiapas y Campeche.

Algunos de los trabajos más importantes en los que participa actualmente son: la evaluación de los riesgos geotécnicos en el valle, los túneles Río de la Compañía y Emisor Oriente con otras obras de saneamiento, el reencarpamiento del Circuito Interior, así como la recimentación de la Línea A y el diseño de la nueva línea 12 del Metro.

El Laboratorio de Geoinformática, se ubica en el 2º piso, ala sur, de la Torre de Ingeniería, el cual está adscrito a la Coordinación de Geotecnia a cargo del doctor Miguel P Romo. En estas instalaciones laboran los doctores Gabriel Auvinet y Efraín Ovando, el primero como responsable del laboratorio. Otros participantes son los maestros Edgar Méndez y Moisés Juárez, además de numerosos becarios de licenciatura, maestría y doctorado. ■■



Miércoles 10 de junio de 2009

## Inauguran la Puerta de la Cripta de los Arzobispos en la Catedral Metropolitana

La puerta de la Cripta de los Arzobispos, ubicada bajo el Altar de los Reyes en la Catedral Metropolitana (nivel inferior de criptas), donde reposan los restos de los prelados desde fray Juan de Zumárraga hasta el cardenal Ernesto Corripio Ahumada, fue inaugurada la víspera en una ceremonia que congregó en el recinto a autoridades civiles y eclesíásticas.

El acto contó con la presencia del cardenal Norberto Rivera Carrera, Arzobispo Primado de México; Consuelo Sáizar, presidenta del Conaculta; el arquitecto Ernesto Gómez Gallardo, autor del diseño de la puerta; Ricardo Salinas Pliego, presidente de Grupo Salinas y su esposa María Laura Medina...

...A fines del año pasado, la Dirección General de Sitios y Monumentos en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM realizó los ajustes necesarios al proyecto estructural e inició, a principios del año en curso, las obras de adecuación y restructuración correspondientes, para colocar la puerta y alojar los mecanismos.

Nota completa: [http://www.yucatan.com.mx/noticia.asp?cx=17\\$310000000\\$4091047&f=20090610](http://www.yucatan.com.mx/noticia.asp?cx=17$310000000$4091047&f=20090610)



Miércoles 3 de junio de 2009

## Construirá Conagua muros de contención en malecones Rovirosa y Madrazo

Villahermosa, Tabasco.- Aunque el Instituto de Ingeniería de la UNAM aún no define el sitio donde se construirá el nuevo canal de desfogue que podría desviar las aguas del río Grijalva o de La Sierra, el vocero de la delegación estatal de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Gilberto Segovia

Quintero, reveló que se iniciará en el mes de agosto del presente año y aunque no esté recubierta de tapetes tendrá que entrar en función en los meses de septiembre a noviembre; temporada más complicada de lluvias.

Del mismo modo informó que en los próximos días iniciarán los trabajos de protección en los malecones, Leandro Rovirosa Wade y Carlos A. Madrazo Becerra.

Segovia Quintero, anunció que será hasta el próximo 15 de junio cuando el Instituto de Ingeniería de a conocer el sitio donde se construirá el nuevo canal.

Nota completa: <http://www.oem.com.mx/elheraldodetabasco/notas/n1188669.htm>



Viernes 22 de mayo, 2009

## Primeros estudios revelan que obra en Dakota 95 no es un riesgo para vecinos

Al cumplirse una semana del hundimiento que se registró en la colonia Nápoles, el secretario de Protección Civil del Distrito Federal, Elías Moreno Brizuela, informó que la empresa HIR podrá continuar con las obras.

En entrevista con Crónica, el funcionario comentó que la compañía seguirá con los trabajos que se realizan en el edificio que se encuentra en obra negra, ya que los dictámenes

que se realizaron arrojaron como resultado que no representa ningún riesgo. Sin embargo, dijo que la construcción de dos torres de 17 pisos y el centro comercial se reanudarán hasta que concluyan el resto de los estudios.

Cabe señalar que la tarde de ayer, los especialistas del Instituto Politécnico Nacional y de la Universidad Nacional Autónoma de México ya trabajan en la zona afectada para descartar posibles daños a las viviendas. Incluso añadió que para evitar un nuevo percance en la zona, ya pidieron al Instituto de Ingeniería de la UNAM dar seguimiento a toda la obra hasta que se concluya. En tanto que la Dirección de Ciencias de la Tierra del IPN realizará un estudio del subsuelo.

Nota completa: [http://www.cronica.com.mx/nota.php?id\\_nota=434037](http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=434037)

El pasado 14 de mayo, César Antonio Aguilar obtuvo el grado de doctor en lingüística, con mención honorífica, por el posgrado de Lingüística de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, con la investigación *Análisis lingüístico de definiciones en contextos definitivos*, la cual fue dirigida por el doctor Gerardo Sierra Martínez, investigador del Instituto de Ingeniería y director del Grupo de Ingeniería Lingüística (GIL). Esta tesis doctoral es la primera de esta naturaleza en el Posgrado de Lingüística de la UNAM.

La principal aportación de este trabajo consiste en describir el comportamiento de patrones sintácticos relacionados con definiciones. Dicha descripción, en el futuro, ayudará a la creación de un sistema automático de extracción de definiciones, llamado DESCRIBE. En este sentido, la tesis ofrece una clara explicación sobre el comportamiento que siguen las definiciones en textos técnicos en español.

Erick Iván García Santiago se recibió de ingeniero químico el 27 de marzo con la tesis *Análisis de potencialidad de reúso de agua residual en el edificio 12 del Instituto de Ingeniería de la UNAM*, realizada bajo la dirección de la doctora María Teresa Orta Ledesma.

El desarrollo de esta tesis fue parte de los objetivos planteados en el proyecto PUMAGUA, y su objetivo particular fue analizar la potencialidad de reúso del agua residual generada en el edificio 12 del II UNAM, el cual cuenta con una planta de tratamiento que surte agua tratada suficiente para el abasto de sanitarios.

El análisis y monitoreo de la calidad del agua residual y residual tratada en esta planta permitirá determinar si el efluente de la planta cumple con la NOM-003-ECOL-1997 y evaluar la factibilidad técnica y económica para reusarla en el mismo edificio.

El Instituto de Ingeniería y, en especial, el edificio 12 se abastecen de agua potable proveniente de pozos de extracción ubicados en Ciudad Universitaria, la cual después de ser utilizada es enviada como agua residual a una planta de tratamiento ubicada atrás del mismo edificio. Esta planta es de tipo paquete con un sistema de tratamiento de lodos activados; su capacidad de diseño es de 0.05 L/s, y opera actualmente con un gasto de 0.025 L/s. Una vez tratada, el agua es enviada a la red de drenaje de Ciudad Universitaria.

La calidad del agua tratada en la planta del edificio 12 del II UNAM se determinó mediante un programa de muestreo

Los resultados que brinda esta tesis, permitirán mejorar al sistema DESCRIBE —el cual trabaja como motor de búsqueda similar al *Google*—. Una de las metas de este sistema es explotar conocimiento lingüístico para potenciar el desempeño de esta clase de buscadores electrónicos, facilitando con ello su manejo a todos los usuarios, en concreto en situaciones donde requieran consultar definiciones a través de Internet.

El ahora doctor Aguilar, antes becario del GIL, es el primer doctor graduado en esta especialidad. En su examen fungió como presidente del jurado el doctor José G Moreno de Alba, presidente de la Academia Mexicana de la Lengua. Asimismo, se contó con la presencia del doctor Luis Fernando Lara, miembro de El Colegio Nacional. La obtención de su grado coincide con la celebración de los diez años de existencia del Grupo de Ingeniería Lingüística, que inició sus actividades en 1999.



que consideró muestras representativas del influente y efluente de la planta. Los análisis de laboratorio fueron de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los resultados obtenidos se compararon con los límites permisibles establecidos en las normas mexicanas para reúso de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio, el agua residual tratada en ésta planta requiere de adaptaciones de otros procesos para su reúso, ya que en un parámetro no cumple con la calidad necesaria para ese fin. Durante los muestreos, los responsables realizaron ajustes en los procesos, que actualmente se siguen adecuando, hacien-

do monitoreos para evaluar el funcionamiento de la planta conforme se van haciendo los ajustes. El objetivo final es

implementar un modelo de edificio verde en el instituto de Ingeniería que funcione con diversas medidas de ahorro.

El 10 de marzo, Jazmín Rentería Martínez se graduó como química farmacéutica bióloga, con la tesis *Diagnóstico de plaguicidas y fenoles como parte de la estrategia para la restauración del río Magdalena*. La maestra Isaura Yáñez Noguez, de la Coordinación de Ingeniería Ambiental del II UNAM, dirigió la investigación correspondiente.

Dicha tesis forma parte del Plan maestro de rescate integral del río Magdalena. La recuperación de este río requiere sistematizar diferentes tareas de rescate a lo largo de su cauce. Dentro de estas acciones se encuentra la evaluación de la calidad del agua en todo el cauce, por los que se determinaron y cuantificaron los niveles de contaminantes orgánicos, plaguicidas organoclorados y compuestos fenólicos que afectan al río.

El método utilizado para el análisis de plaguicidas y fenoles fue la microextracción en fase sólida (*solid phase micro extraction*, SPME, por sus siglas en inglés) acoplado a cromatografía de gases y espectrometría de masas. Se presentó una linealidad en intervalos de concentración de 0.5 a 10 µg/L y coeficientes de correlación ( $r_2$ ) de 0.8894 a 0.9996, para los plaguicidas; mientras que el intervalo de concentraciones fue de 5 a 50 µg/L y los coeficientes de correlación de 0.9241 a 0.9991, para los fenoles. Se analizaron muestras en 19 puntos del cauce del río Magdalena. Cada una de ellas se examinó por triplicado para evaluar el contenido de plaguicidas y fenoles, y no se encontró la presencia de estos últimos pero

sí de algunos plaguicidas organoclorados como el 4,4'-DDE, 4,4'-DDD, endrin, el  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC y el  $\delta$ -BHC.

La investigación puso de manifiesto que la determinación de plaguicidas y fenoles no está contemplada en el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) indicado por la CONAGUA en México (Hernández, 2004), y dado el riesgo potencial que estos compuestos implican para la salud humana y animal, es preciso que su estudio sea incluido en el grupo de parámetros del ICA.

Este estudio no debe considerarse como un proyecto final para el río Magdalena, sino como una pauta para que se realicen evaluaciones y monitoreos constantes en su cauce, para vigilar la presencia de plaguicidas y fenoles, así como de otros compuestos orgánicos volátiles.



Tomando muestras en el Río Magdalena

El 19 de abril, Alexandro Vera Arroyo se graduó de ingeniero geofísico con la tesis *Modelos de atenuación de ondas elásticas en la vecindad de pozos petroleros*, bajo la dirección del doctor Francisco José Sánchez Sesma investigador de la Coordinación de Ingeniería Sismológica. Este trabajo presenta la teoría de la propagación de ondas mecánicas en medios elásticos y viscoelásticos lineales. La teoría con que se describe el movimiento se desarrolla usando coordenadas tanto cilíndricas como cartesianas. Además se describen los diferentes modelos de atenuación para simular el comportamiento de medios realistas. De particular interés son los medios viscoelásticos lineales isotrópicos. Estos modelos se estudian desde un punto de vista matemático y físico, enfatizando su aplicación para solucionar la ecuación de onda en un pozo a cualquier escala.

Se presenta la formulación y aplicación de los dos métodos de simulación empleados en el desarrollo del estudio: el método de diferencias finitas y el del número de onda

discretizado (DWN, por sus siglas en inglés). Los programas creados a partir de dichos métodos generan la solución numérica y semianalítica, respectivamente, para tomar en cuenta la generación y propagación de ondas en la sección de un pozo; de esta manera, se realiza la solución de la ecuación de onda en 2 y 2.5 dimensiones. En estos programas se implantaron los modelos de atenuación.

Se realizó un estudio paramétrico para tomar en cuenta las diferentes características de los medios geológicos en un pozo petrolero, para entender la influencia relativa de cada parámetro y representar de manera fidedigna el fenómeno de propagación y atenuación de ondas en un medio cilíndrico, es decir, en un medio elástico con una cavidad cilíndrica ocupada por fluido.

Los resultados obtenidos se presentan mediante animaciones y sismogramas sintéticos de los esfuerzos y las velocidades.

*Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano.* Isaac Newton<sup>1</sup>

## MÁS SOBRE SIGNOS DE PUNTUACIÓN

### PUNTO Y COMA

Una norma que se suele repetir para el buen uso del punto y coma dice: “es para cuando necesitamos una pausa mayor que la coma, y la mayor parte de las veces puede sustituirse por un punto y seguido.” ¿No es cierto?

Pues sí, esto es cierto en parte. Sin embargo, hay más que decir sobre este signo híbrido que no es tan simple como puede parecer según esa norma coloquial.

### En enumeraciones complejas

Cuando una enumeración contiene una variedad amplia de elementos, sobre algunos de los cuales queremos explicar además algo particular, este signo nos ayuda eficazmente para distribuir la información y hacerla comprensible.

Ejemplos:

*Cada uno de los equipos organizará un taller: el primer equipo, el taller de historia; el segundo, el de teoría política; el tercero, el de literatura.*

*En el Seminario, participaron Débora Ley y Martin Pasqualetti, por parte de la embajada de EUA; el doctor Víctor Berrueta, del Centro de Investigación en Ecosistemas, y los doctores Javier Aguillón, David Morillón y Gerardo Hiriart, del II UNAM.*

En el último ejemplo, antes de la parte final de la enumeración se ha sustituido el punto y coma por una coma con la conjunción **y**, lo que es equivalente y correcto. **¡=, y**

### Entre oraciones subsecuentes, a fin de contrastarlas

La cita que encabeza esta página es un buen ejemplo; también estos otros:

*Es lícito para una católica evitar el embarazo recurriendo a las matemáticas; todavía le está prohibido recurrir a la química.*

*En la parte izquierda, la falla se producirá por la ruptura en tensión de la losa o el aplastamiento del perfil mecánico; mientras que en la parte derecha, será más contundente el daño en los conectores de esa zona.*

*Los investigadores de ingeniería han generado conocimiento determinante para crear la infraestructura que salvaguarda a la población de Tabasco de las inundaciones; las comisiones que los evalúan en el CTIC y el SNI ignorarán lo anterior, priorizando sus publicaciones en revistas internacionales, como si fueran físicos o matemáticos en lugar de ingenieros.*



En este último caso, el punto y coma podría haber sido punto y seguido, pero la fuerza del párrafo viene de la unión y continuidad de los significados de ambas oraciones; por eso es mejor el punto y coma.

### Casi siempre, antes de *sin embargo*, en consecuencia, por tanto, por eso, así, y otras frases similares

Especialmente, cuando la oración siguiente sea larga y utilice comas en su desarrollo —y por lo menos debe haber una tras estas frases—, como sucede en este conocido fragmento de El Quijote:

*“... se le pasaban las noches leyendo de claro en claro, y los días de turbio en turbio; y así, del poco dormir y del mucho leer, se le secó el cerebro de manera que vino a perder el juicio.”*

### Cuando la coma se hace insuficiente y el punto es una ruptura en la continuidad del pensamiento<sup>2</sup>

*Por una mirada, un mundo;  
por una sonrisa, un cielo;  
por un beso... yo no sé  
qué te diera por un beso.*

(Gustavo Adolfo Bequer)

*En el corazón tenía  
la espina de una pasión;  
logré arrancármela un día:  
ya no siento el corazón.*

(Antonio Machado)

Olivia Gómez Mora ([ogmo@iingen.unam.mx](mailto:ogmo@iingen.unam.mx))

<sup>1</sup>El inglés Sir Isaac Newton (1642-1727) es considerado el más original e influyente teórico en la historia de la ciencia; inventó el cálculo infinitesimal, y una nueva teoría de la luz y el color; transformó la física con sus tres leyes sobre el movimiento y la de la gravitación universal. Su trabajo combinó las contribuciones de Copérnico, Kepler, Galileo, Descartes y otros, en una poderosa síntesis que fue el fundamento de la revolución científica del siglo XVII. (Bebé prematuro, extremadamente pequeño y huérfano de padre, fue desatendido por la madre cuando sólo tenía tres años. Se le consideraba despistado y su desempeño como estudiante fue pobre hasta que entró a la Universidad de Cambridge, donde introdujo el espíritu de su revolución científica.)

<sup>2</sup><http://librodenotas.com/romanpaladino/9542/requiem-por-un-punto-y-coma>.

900N A-70-HA00<Z00



## Colegio de Ingenieros Ambientales de México A.C.

Con el espíritu de difundir los avances en el campo de la Ingeniería Ambiental se convoca al

### “Premio a la Mejor Tesis de Ingeniería Ambiental”

Pueden concursar por este premio todas las Tesis de **Licenciatura, Maestría y Doctorado** presentadas y aprobadas entre **15 de agosto del 2008 hasta el 14 de Agosto del 2009** por personas de nacionalidad mexicana. En todos los niveles sólo se aceptarán trabajos realizados en Universidades o Escuelas Nacionales.

**Se otorgará un diploma y un premio en efectivo al primer lugar de cada categoría**

#### Bases:

1. Podrán participar los egresados de los programas de licenciatura o posgrado en ingeniería ambiental y disciplinas afines. Es requisito indispensable que en el desarrollo de la tesis se aborde la aplicación de las ciencias y la ingeniería ambientales en la solución de problemas reales, no limitándose al estudio o diagnóstico de casos. El jurado valorará la originalidad del trabajo (30%), su rigor científico (20%) y su aplicación para resolver la problemática nacional (50%).
2. El pago del derecho a participar será de \$150.00 (Ciento cincuenta pesos 00/100 MN) para las tres categorías. El depósito se efectuará en la cuenta bancaria HSBC No 4041781865 a nombre del Colegio de Ingenieros Ambientales de México AC (Clave Bancaria de 18 dígitos 021180040417818650).
3. Se deberá enviar a **Sur 89 # 249, col. Unidad Modelo CP 09089 delegación Iztapalapa México, DF** antes del **21 de agosto del 2009**, una copia de la tesis, una copia en versión electrónica, la copia legible de pago de derechos y por triplicado un resumen impreso y en versión electrónica (cinco cuartillas máximo) que abarque los siguientes puntos: introducción, justificación, antecedentes, materiales y métodos, resultados y discusión de los mismos, conclusiones y la aportación al campo de la ingeniería ambiental. Todo esto será acompañado de una carta dirigida al Presidente del Colegio de Ingenieros Ambientales, Ing. Juan Manuel Muñoz Meza, donde se solicite la inscripción al concurso.
4. La entrega de premios se hará el día 1 de octubre 2009 en la clausura del XVI Congreso Internacional Ambiental de CONIECO, en el World Trade Center de la Ciudad de México..
5. Para mayores informes llamar al teléfono 5276 9247; 5582 4778 o a los siguientes correos: [cinamcol@prodigy.net.mx](mailto:cinamcol@prodigy.net.mx) [jmmunozcinam@prodigy.net.mx](mailto:jmmunozcinam@prodigy.net.mx) [mec@pumas.ii.unam.mx](mailto:mec@pumas.ii.unam.mx). El horario de recepción de documentos, en caso de entrega personal, es de de 11:00 a 14:30 y 15:30 a 17:30 de lunes a jueves



**Visite la página del Instituto de Ingeniería:**

<http://www.ii.unam.mx>

Envíe sus comentarios a: [gaceta@pumas.ii.unam.mx](mailto:gaceta@pumas.ii.unam.mx)