

Editorial: Evaluación Académica en el
Instituto de Ingeniería

Estudio numérico del flujo del agua en el Río Carrizal

Túnel Emisor Oriente, obra única en su tipo

Laboratorio de Diseño Bioclimático y Energía Renovable

Entrevista a
Rafael B Carmona Paredes

Evaluación Académica en el Instituto de Ingeniería

En este mes concluye el proceso de evaluación del personal académico de nuestro Instituto para el periodo 2006-2008. Como ya es una tradición en nuestra comunidad, los investigadores y técnicos académicos entregaron sus informes y programas de actividades y actualizaron su información curricular. Los coordinadores recibieron esta información y en conjunto con el subdirector respectivo, en presencia del representante correspondiente del personal académico ante el Consejo Interno, procedieron a su análisis y evaluación. Finalmente, la propuesta de evaluación surgida de cada subdirección fue presentada, discutida y aprobada en sesión especial del Consejo Interno. Las cartas donde se informa a cada integrante del cuerpo académico del Instituto el resultado de su evaluación, serán entregadas en la semana que inicia el lunes 25 de este mes.

En esta ocasión se han introducido dos variantes. Una, la presencia del director en todas las reuniones de evaluación realizadas en las tres subdirecciones y, otra, la comunicación más explícita del resultado. La primera tuvo dos objetivos: a) lograr un mejor conocimiento por parte del director de cada uno de los miembros del personal académico y b) contribuir a igualar los criterios de evaluación en las tres subdirecciones, para evitar sesgos. Con la segunda, se buscó transmitir en forma más objetiva las razones de la evaluación personal otorgada por el Consejo Interno, con el fin de tener claras las oportunidades de mejora en el desempeño académico personal.

El proceso ha concluido en forma satisfactoria, aunque aún existen aspectos que deben ser mejorados. El primero se refiere al Sistema de Base de Datos Académica del Instituto de Ingeniería (SBDAlI), el cual debe ser alimentado por cada académico de manera frecuente y adecuada. Para ello será necesario trabajar en dos frentes: la mejora del sistema, para lo cual ya se ha formado un grupo de trabajo, y la revisión y depuración de la información ya cargada, labor que debe ser realizada por cada académico. Es oportuno mencionar que el SBDAlI es una herramienta de gran valor no sólo para facilitar y hacer más objetivo el proceso de evaluación, sino también para proveer de información a la secretaría académica en la elaboración de diversos informes de producción académica que le solicitan por diversas instancias de la UNAM, entre otras aplicaciones.

Un segundo aspecto que debe ser revisado es la ponderación que reciben los diversos productos académicos y los límites de saturación de los componentes que forman la expresión matemática que calcula la producción (P) y la formación de recursos humanos (F), además de valorar mejor la participación institucional (I).

El tercer punto es la revisión del procedimiento de evaluación de los técnicos académicos para hacerlo más objetivo y apegado a los diversos perfiles que presenta este subconjunto del personal. Hasta ahora, en la mayoría de los casos, las calificaciones que reciben son en gran parte definidas sólo por el investigador responsable. Desde hace varios años, los técnicos académicos han expresado la necesidad de adecuar sus evaluaciones al tipo de tareas que desempeñan, encuadradas en cuatro perfiles principales. Los trabajos de la comisión especial creada hace tiempo por el Consejo Interno deben ser reactivados para que su propuesta sea presentada y discutida en este órgano colegiado.

Un cuarto aspecto es el tiempo que toma el proceso, que se inició en noviembre con el llamado al personal académico a actualizar la base de datos SBDAlI; éste debería haber concluido en abril siguiente a más tardar, y trabajaremos para lograrlo en 2010.

La evaluación anual del personal académico del Instituto de Ingeniería, además de que cumple con lo señalado por el Estatuto del Personal Académico de la UNAM, constituye una tradición valiosa y representa una fortaleza académica. Es una herramienta indispensable para avanzar en la mejora continua del proceso educativo y de investigación de nuestro Instituto y es un elemento insustituible para orientar acciones dentro del Plan de Desarrollo.

Agradezco su participación responsable durante este proceso y les pido su colaboración para mejorarlo y hacerlo más objetivo, justo y transparente.

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

Secretaria 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 Hirriart, 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 en H Israel Chávez Reséndiz

Diseño

Ruth Pérez

Impresión

Israel García Castro

Asistente de impresión

Artemio Díaz Díaz

Distribución

Fidela Rangel

Portada: Obra en el Túnel Emisor Oriente

Personal académico de nuevo ingreso

A partir del 1 de febrero de este año ingresó al Instituto de Ingeniería, como técnico académico titular B, el maestro en ciencias Luis Alejandro Guzmán Castro egresado del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas. El maestro Guzmán Castro colabora con la doctora Angélica Lozano Cuevas, investigadora de la Coordinación de Sistemas de Transporte, sobre tecnología geoespacial para el transporte.

Por otra parte, el maestro en ingeniería Faustino de la Luna Cruz se incorporó al Instituto de Ingeniería en marzo de este año, como técnico académico titular B, para trabajar sobre el tránsito de avenidas en sistemas de ríos y drenaje con los doctores Ramón Domínguez Mora y Óscar Fuentes Mariles, investigadores de la Coordinación de Ingeniería Hidráulica.

Señalización del Instituto de Ingeniería

Durante mayo de este año se concluyó la señalización externa de nuestro Instituto. Ésta consistió en la colocación de cuatro estelas que incluyen mapas de localización “Usted está aquí”, ubicación de los edificios del Instituto y alrededores, indicaciones de las direcciones a seguir para llegar cada uno de ellos y, además, el nombre de las subdirecciones, secretarías, coordinaciones, unidades, grupos de trabajo y laboratorios con los que cuenta cada edificio. También se colocaron los números y nombres de los edificios, así como diversos letreros de menor tamaño como Túnel de Viento, USI y logos del Instituto de Ingeniería.

La coordinación de la señalización estuvo a cargo de la Unidad de Promoción y Comunicación.



Estudio numérico del flujo del agua en el río Carrizal

POR VERÓNICA BENÍTEZ

En la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales (CIPIA), los doctores William Vicente y Martín Salinas están realizando una serie de simulaciones numéricas del flujo del agua en el río Carrizal, para el Estudio Hídrico del Estado de Tabasco.

Estos estudios complementan la investigación del doctor Jesús Gracia y los maestros Javier Osnaya y Eliseo Carrizosa, en la Coordinación de Hidráulica, para establecer cuáles son las mejores condiciones para controlar los gastos de los ríos aledaños a la capital tabasqueña.

La principal aportación de William Vicente y Martín Salinas es la creación de una herramienta para, a partir de un prototipo, construir un modelo físico, cuya simulación numérica permita conocer de forma detallada ciertos aspectos hidráulicos, sin necesidad de una erogación económica importante.

Este modelo numérico representa, además de ahorro económico, ahorro de tiempo, y lo más importante es que da mayor margen de seguridad a la investigación.

Para efectuar los estudios experimentales, se construyó un modelo físico que consta de una sección del río Carrizal (fig 1)

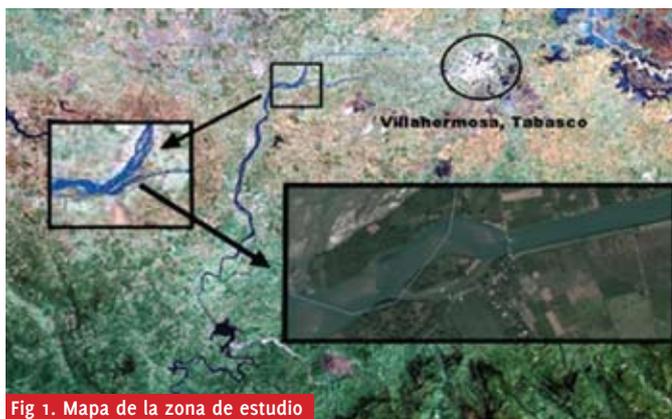


Fig 1. Mapa de la zona de estudio

y las estructuras de control construidas ahí. Esta sección se localiza en el punto de partida de los ríos Samaria y Carrizal, en el poblado Macayo, en los límites entre Tabasco y Chiapas.

La fig 2 muestra el modelo físico de la estructura de control sobre el río, que se construyó en el Laboratorio de Hidráulica Fluvial del II UNAM, a escala 1:60, cumpliendo con los criterios de semejanza acordes con la naturaleza del problema en estudio. A pesar de que no es posible lograr completamente la semejanza dinámica con el modelo, es un buen prototipo gracias al cual se identificaron las zonas donde pudiera obstruirse el flujo del río por depósito de sedimentos y producir una inundación. También se registraron las zonas de alta erosión cerca de la estructura hidráulica, que podrían propiciar graves fallas estructurales. Es indispensable conocer estos aspectos en la ubicación de cualquier estructura, para asegurar que no se produzca una falla en cadena.

En el margen derecho del río Carrizal se va a construir una salida con características especiales para controlar el gasto de agua de la estructura de control*.

En el margen izquierdo, se colocará un tanque de servicio y un tanque amortiguador que regulará igualmente el flujo de agua en el río. Debe cuidarse que el agua escurra a velocidad adecuada; de otra manera, el suelo se socaba y con ello la estructura puede desaparecer.

Durante la etapa de mediciones en el modelo, se observaron fenómenos, como grandes remolinos, aguas abajo de la estructura construida sobre el río para controlar el gasto de agua crítico y evitar así, por un lado, inundaciones en la

*La estructura de control sirve precisamente para controlar el paso del agua, evitando problemas como inundaciones.





Fig 2. Modelo físico a escala 1:60 de la obra de control

ciudad de Villahermosa y, por otro, la erosión del lecho del río, situaciones que harían colapsar la estructura. Además, se pudo estudiar el comportamiento del flujo del agua en el río, especialmente en zonas donde la medición experimental no puede ser realizada. Esto llevó a replantear el diseño en diversos momentos.

En este proyecto, la simulación numérica fundamenta la solución en las ecuaciones de transporte para la conservación de masa y cantidad de movimiento en una malla cartesiana (fig 3), a partir del método de volúmenes finitos.

Para representar las geometrías tanto de la batimetría como de la estructura de control, se utiliza software de tipo CAD-CAM (*Computer Aided Design-Computer-Aided Manufacturing*) (fig 4), para colocarlas en una malla cartesiana. Esto ayuda a

conocer con mayor precisión la batimetría del río, así como la geometría de la estructura de control y, con ello, obtener resultados más reales.

Para simular el movimiento del fluido se utiliza un algoritmo de tipo *cut-cell*, mediante el cual las zonas inmersas dentro de la figura se consideran como sólido (flujo cero de agua) y el resto como zona libre donde el agua puede fluir. Sin embargo, por la complejidad de la geometría existen celdas que tienen una parte sólida y otra libre; esto es, una parte libre para el paso del agua y otra sólida donde se prohíbe su paso. Para ellas, se utilizan interpolaciones que calculan la parte libre de la celda, donde el agua podrá fluir, con la fuerte interacción de la pared. Los resultados así obtenidos consideran las geometrías naturales del lecho del río y las complejas de la estructura de control.

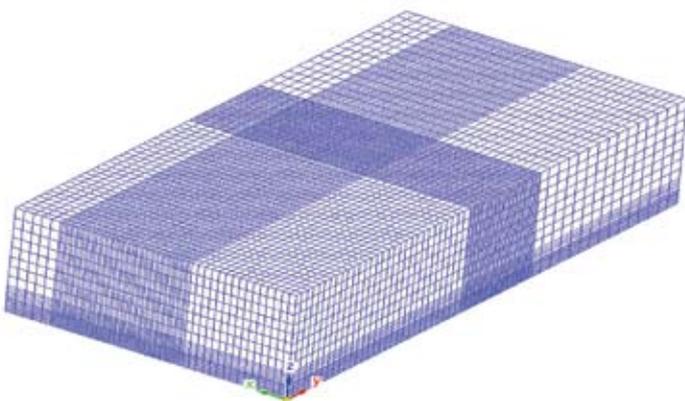


Fig 3. Dominio y malla computacional

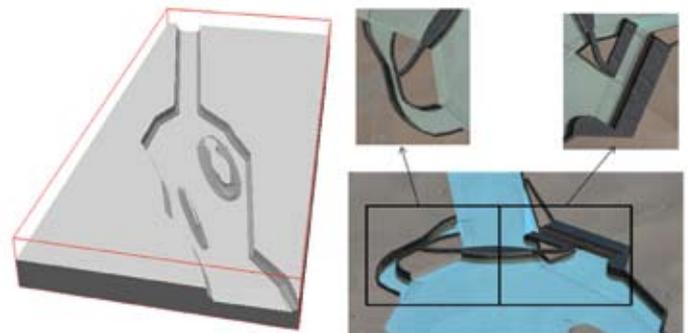


Fig 4. Digitalización de la batimetría y de la geometría de la estructura de control

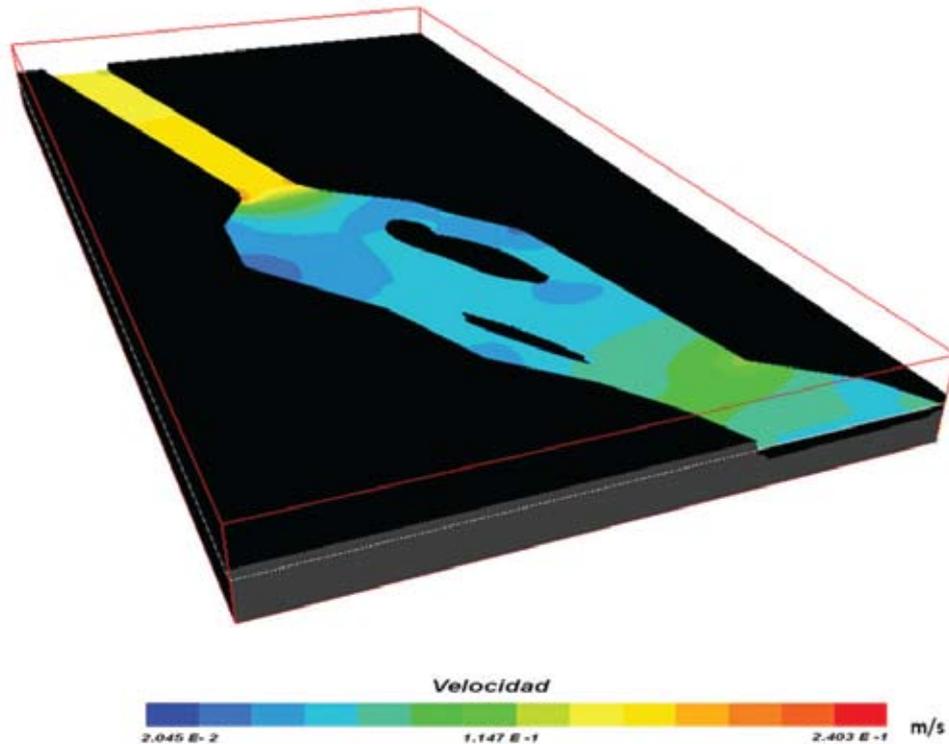


Fig 5. Velocidad en el río Carrizal

El campo de velocidad longitudinal (dirección del flujo del río) considera la geometría compleja de la batimetría, se presenta en la fig 5. La fig 6 muestra el comportamiento del flujo del agua del río en la zona de la estructura de control. En las figuras anteriores se observa que la simulación numérica proporciona información considerable y detallada del flujo en relación con la obtenida experimentalmente.

El modelo numérico usado se validó con mediciones experimentales realizadas en el modelo físico, lo cual asegura una alta confiabilidad en los resultados gracias a la retroalimentación entre el modelo físico y el numérico. Sin embargo,

no se debe perder de vista que el estudio numérico es sólo un complemento del estudio experimental y nunca lo podría desplazar por completo.

Actualmente se trabaja en diversas zonas del río, en apoyo al Proyecto Hídrico del Estado de Tabasco. Para llevar a cabo estas simulaciones numéricas, se implementan métodos más sofisticados, que proporcionan mejor aproximación a los fenómenos físicos reales.

En este proyecto participan también Jónathan Sánchez y Manuel Cubos, becarios de maestría de la CIPIA. ☘

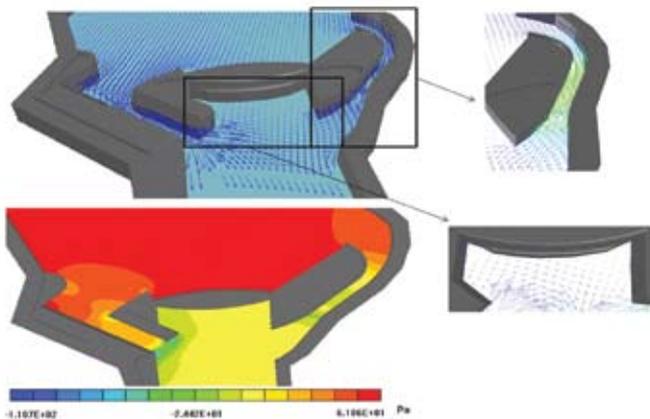


Fig 6. Campos de velocidad y presión en la estructura de control

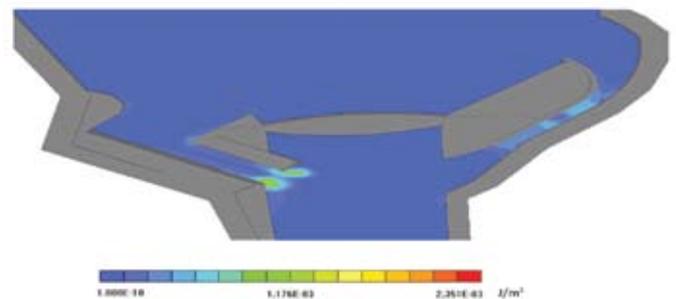


Fig 7. Campos de energía cinética turbulenta (intensidad de la turbulencia)

Túnel Emisor Oriente, obra única en su tipo a nivel mundial

POR VERÓNICA BENÍTEZ

La construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO) es indispensable para evitar que en la ciudad de México se presente una nueva inundación, con consecuencias catastróficas desde el punto de vista social, de salud, económico y político. Actualmente el drenaje sólo cuenta con el Túnel Emisor Central y es peligroso que una ciudad tan importante para la vida nacional no tenga más alternativas para dar salida a las aguas negras y de lluvia.

Con el TEO, se podrán efectuar acciones de mantenimiento conservando la máxima confiabilidad de la infraestructura de drenaje; los túneles podrán trabajar de manera alternada en época de secas y simultáneamente en época de lluvias. De esta manera se dará mayor confiabilidad a los sistemas que permiten evitar inundaciones de aguas insalubres, y se protegerá a los habitantes de la zona metropolitana del valle de México.

Ambos túneles trabajarán de igual manera desde el punto de vista hidráulico, es decir por gravedad, pero con rutas distintas geográficamente. El Túnel Emisor Central corre junto a las montañas del poniente del valle de México, mientras que el TEO se localizará en el lado oriente del mismo valle, y los dos terminarán en Atotonilco de Tula, donde se construirá la mayor planta de tratamiento de aguas residuales de México.

El TEO se va a construir en una sola etapa de 46 meses. La obra se dividirá en seis frentes de construcción simultáneos, de aproximadamente 10 km de longitud cada uno, hasta cubrir un total de 62 km entre los límites del Distrito Federal con Ecatepec, Estado de México, y el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo.

El primer tramo de 10 km ubicado en límites entre el Distrito Federal y el Estado de México empieza en la confluencia del Gran Canal y el río de los Remedios y termina a la altura del Caracol de Sosa, Texcoco, siguiendo la ruta que tiene el actual Gran Canal.

El segundo tramo parte del Caracol siguiendo la ruta del Gran Canal hacia el municipio de Tecamac. Los frentes 3, 4, 5 y 6, que llevarán el túnel hasta el portal de salida en Atotonilco de Tula, se van a excavar en sentido contrario del flujo que tendrá el agua en el túnel. La razón es que existen altas posibilidades de encontrar agua durante la perforación y al trabajar de esta manera, el líquido no se acumulará en el frente de excavación, escurrirá hacia la parte ya excavada, lo que facilitará su extracción por bombeo.



Carcasa frontal de la tunelera



Rueda de corte de la tunelera de 8.70 metros de diámetro

Esta obra es única en su tipo a nivel mundial por la diversidad de suelos que existen en el valle de México. Las máquinas que se utilizarán fueron seleccionadas por los constructores de acuerdo con el tipo de suelo de cada tramo, donde la excavación irá desde 30 hasta 150 m de profundidad.

El tipo de materiales, su consistencia, contenido de agua y dificultad para ser cortado y extraído han sido determinados a través de un estudio de ingeniería básica realizado por la CFE.

Durante la excavación de cada frente del TEO, al paso de la máquina se irá instalando un revestimiento formado por piezas de concreto prefabricadas conocidas como dovelas, cuya colocación permite formar anillos que soportan el suelo. Cada anillo estará formado por siete dovelas, más una de menor tamaño conocida como llave o candado que permite cerrar cada uno de los anillos.

Para esta obra, se excavarán 23 lumbreras con el fin de ingresar el material y equipo durante la obra para ir construyendo el túnel. Cuando se haya terminado la excavación de cada tramo, se aplicará en el túnel un revestimiento definitivo de concreto armado colado en sitio, entre lumbrera y lumbrera, a

fin de obtener un tubo monolítico que será la parte estructural principal del túnel en todos sus tramos.

Para que una obra de esta magnitud tenga éxito, se requiere además de la participación de los técnicos y especialistas, que la sociedad y los gobiernos federal, estatal y municipal unan sus esfuerzos para el bienestar de todos.

El II ha apoyado el desarrollo de la ingeniería básica del túnel, a cargo de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la CFE, además de desarrollar criterios y brindar asesoría para la revisión técnica del proyecto ejecutivo del TEO. La participación del Instituto se ha dado a través de las siguientes disciplinas: en geotecnia y mecánica de suelos por el grupo dirigido por el doctor Gabriel Auvinet, en estructuras por el grupo del doctor Roberto Meli; en ingeniería sísmica por el equipo del doctor Francisco José Sánchez Sesma, y en aspectos hidráulicos por el maestro Víctor Franco y los doctores Ramón Domínguez, Jesús Gracia y Óscar Fuentes.

La CONAGUA es la institución que dirige y controla la construcción del túnel, encabezada por el doctor Rafael B Carmona Paredes, Coordinador Adjunto Técnico para los Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del valle de México de esta dependencia. 🚧



Rafael B Carmona Paredes

EL INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS ENTRE INSTITUCIONES ES MUY ENRIQUECEDOR. LA AMPLIA EXPERIENCIA QUE ADQUIRÍ EN EL II UNAM HA SIDO FUNDAMENTAL AL PLANEAR LA CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA QUE REQUIERE EL VALLE DE MÉXICO

POR VERÓNICA BENÍTEZ

Soy egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM donde estudié la carrera de física. Desde el principio, mi idea fue realizar estudios para adquirir el importante conocimiento básico de las matemáticas y los principios físicos que rigen el comportamiento de la naturaleza, para después dedicarme a la ingeniería.

Vengo de una familia donde siempre estuvieron presentes las matemáticas. La ingeniería civil fue la carrera de mi papá y de mi mamá también, lo que influyó fuertemente en el cariño que yo tengo por entender ese lenguaje, por utilizar esa herramienta que permite comprender los fenómenos físicos y dar solución a los problemas tecnológicos que enfrenta la ingeniería.

Una vez terminada la licenciatura pensé en cursar una segunda carrera en la Facultad de Ingeniería, pero me di cuenta que era mejor alternativa seguir estudios de posgrado. Quería conocer mejor el comportamiento dinámico de los sistemas físicos, así que hice la maestría en ingeniería de control y, posteriormente, el doctorado en ingeniería mecánica, para reforzar los conocimientos en el área de plantas hidráulicas y profundizar en la trascendente relación entre la física, la mecánica y la hidráulica.

Mi primer trabajo de tiempo completo fue en el Instituto Nacional de Cardiología, asociado al área de computación, donde trabajábamos para distintos grupos de médicos. En especial,

colaborábamos con los de medicina nuclear y electrocardiografía que utilizan sistemas computarizados para apoyar y facilitar la interpretación de imágenes de gamagrafía y electrocardiogramas. Ahí desarrollamos un programa computarizado con el que se hacía un primer diagnóstico de los pacientes; este programa de cómputo tenía como insumo básico electrocardiogramas digitalizados que eran analizados mediante cálculos automatizados en computadora. De esa manera podíamos dar a los médicos las lecturas que, antes, ellos tenían que hacer a través de medidas directas en los electrocardiogramas impresos en papel milimétrico. Con el programa se lograba un diagnóstico rápido de los pacientes, y adicionalmente era una herramienta fácil de instalar en las clínicas donde los médicos especialistas eran pocos o en algunos casos no existían. Con él obtuvimos, en 1979, el Premio que otorga la Fundación Arturo Rosenblueth para el avance de la ciencia.

El año que trabajé en el Instituto Nacional de Cardiología murió el doctor Ignacio Chávez, quien era nuestro patrocinador; con lo cual se terminaron los apoyos y el grupo se desintegró. Yo establecí contacto con el Centro de Servicios de Cómputo de la UNAM, donde obtuve una plaza de tiempo completo.

Un año después, en 1981, ingresé al Instituto de Ingeniería de la UNAM, gracias a la invitación del doctor Roberto Canales, quien



Estructuras de limpieza de la tubería del acueducto Río Colorado-Tijuana

era mi profesor en la maestría. Al principio formé parte de la Coordinación de Automatización, donde investigué el control de la distribución de agua en la zona metropolitana del valle de México

Al poco tiempo, el doctor Canales tomó un sabático durante el cual laboró en el Instituto de Investigaciones Eléctricas, y se dio el caso de que llegaron al Instituto proyectos relacionados con el diseño y operación de grandes acueductos. La Coordinación de Mecánica, Fluidos y Térmica me invitó a colaborar en ella, dado que yo trabajaba en simulación del comportamiento de redes hidráulicas y mi labor estaba asociada al desarrollo de programas para modelar comportamientos transitorios dentro de las conducciones de agua a presión.

Entre 1983 y 1985 se formó el grupo de hidromecánica con Rafael Guarga a la cabeza, bajo supervisión y asesoría del profesor Sánchez Bribiesca. En enero de 1986 el doctor Guarga regresó a Uruguay y a partir de ese momento quedé al frente del grupo, con la asesoría de José Luis Sánchez Bribiesca.

Desde hace más de 20 años he dirigido al grupo de hidromecánica, con el apoyo de todos sus integrantes. Hemos podido alcanzar éxito y reconocimiento en múltiples proyectos de nuestro trabajo en el área de las conducciones de agua a presión, de plantas de bombeo y centrales hidroeléctricas.

Los primeros acueductos en los que trabajamos fueron los de Linares-Monterrey y Chapala-Guadalajara; hicimos también el análisis de comportamiento del sistema Cutzamala y del acueducto Río Colorado-Tijuana. Estos dos últimos ya estaban cons-truidos cuando empecé el trabajo en el Instituto.

Establecimos criterios de diseño y de operación para los acueductos en México, elaboré un programa de computadora para

calcular fenómenos transitorios por corte de bombeo o por cierre de válvulas, que permitió desarrollar diseños mucho más razonables en términos de la resistencia de las tuberías para soportar estos fenómenos transitorios. Trabajamos fuertemente también en el comportamiento de grandes equipos de bombeo, nos interesaba entender fenómenos de cavitación, erosión y otros problemas que reducen la eficiencia de las bombas de estos grandes acueductos y llevan la operación a condiciones inaceptables.

Después de todos estos años, podemos decir que nuestra contribución al buen funcionamiento de los acueductos ha sido sumamente importante. Hoy en día podemos ver el acueducto Río Colorado-Tijuana

trabajando en forma muy eficiente; los acueductos Linares-Monterrey y el Cuchillo-Monterrey, así como al mismo Sistema Cutzamala trabajando de manera eficaz, con mejoras resultantes de nuestra participación. También hemos trabajado en acueductos de ciudades pequeñas como Chetumal, en Quintana Roo y Río Yaqui-Guaymas, en Sonora, sólo por mencionar algunos.

Otro aspecto importante de nuestro trabajo estuvo asociado con entender el comportamiento de las turbinas cuando trabajan a cargas parciales; bajo estas condiciones se producen flujos helicoidales capaces de perturbar el comportamiento hidráulico y mecánico de las centrales hidroeléctricas a grado tal que, por resonancia, son capaces de producir verdaderos sismos en las montañas donde están excavadas dichas centrales. Nuestra primera participación, todavía con el doctor Guarga al frente del grupo, fue la central hidroeléctrica de La Angostura, donde se corrigió un severo problema de resonancia cuando las turbinas trabajan a cargas parciales. Posteriormente, propusimos la solución al problema de cavitación en los tubos de desfogue en la central hidroeléctrica de Chicoasén. La propuesta fue aceptada por la CFE, y su aplicación evitó reparaciones frecuentes y costosas cada seis meses, como se estaba haciendo.

La ingeniería hidráulica abarca muchas actividades cotidianas, por lo que siempre será necesario hacer investigación que permita mejorar criterios de diseño, condiciones de prevención de accidentes, dictar mejores políticas en el manejo adecuado del agua limpia y del agua servida o agua sucia.

El agua es un tema esencial, y en el Instituto tenemos especialistas en hidrología, en aguas a presión, en el tratamiento de agua y en el tratamiento de las aguas servidas que pueden ser reusadas bajo las mejores condiciones. También hay grupos relacionados con el comportamiento del agua de mar en los litora-



les y el estudio de la desembocadura de los ríos. Prácticamente, en todos los aspectos importantes donde el agua está presente tenemos personal altamente capacitado.

Es importante que el Instituto de Ingeniería procure una mejor combinación entre los estudios teóricos y su participación en la resolución de problemas nacionales. Para mí, la vida del II no tendría sentido si sus especialistas, áreas de trabajo, técnicos académicos y personal en general, no tuvieran el conocimiento amplio que les permita dirigir los resultados de su trabajo de investigación a la solución de problemas que mejoren la calidad de vida de nuestra sociedad.

Es triste que el II UNAM no haya podido renovar su planta académica en la medida que lo requiere la buena práctica de la ingeniería mexicana. El promedio de vida activa de los investigadores y técnicos académicos es muy elevado, la continuidad de las investigaciones y aportaciones del Instituto de Ingeniería peligra por no tener recursos humanos que sustituyan a los que tendremos que ir saliendo, con el tiempo.

Es necesario que se modernicen los planes de estudio para que los alumnos de ingeniería entiendan cabalmente no sólo todos los fenómenos asociados con la disciplina que cultivan, sino cómo relacionar éstos con las otras disciplinas. El ingeniero debe saber que los problemas que él enfoca en forma particular están directamente relacionados con otras áreas de la ciencia y, por tanto, es necesario formar grupos multidisciplinarios que puedan resolver en forma integral los problemas cada vez más complejos del desarrollo de la tecnología y de la ingeniería.

Deberíamos tener más comunicación entre las distintas carreras, no es conveniente preparar de forma tan “encajonada” a los estudiantes universitarios. Los alumnos de ingeniería deberían llevar cursos de economía y ciencias sociales para plantear soluciones no sólo de forma técnica sino también considerando los puntos de vista social, ecológico y económico.

La oportunidad de intercambiar experiencias entre dependencias e instituciones es enriquecedora. Prueba de ello es el trabajo que, con licencia sin goce de sueldo de la UNAM, realizo en la Comisión Nacional del Agua como Coordinador Adjunto Técnico para los Proyectos del valle de México. La preparación que durante muchos años he tenido en el II UNAM ahora me permite colaborar en la construcción de la infraestructura que requiere el valle de México para mejorar las condiciones de vida y dar viabilidad a nuestra ciudad.

En relación con mi vida personal, puedo decir que mi niñez fue muy buena, prácticamente la pasé, como muchos más, estu-

diando. Recuerdo mucho el trabajo desarrollado para la academia, dado que mis padres, los dos, se dedicaron a la docencia de las matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria, planteles 1,5 y 6.

Mi madre siempre trabajó, pero tuvo siete hijos, de los cuales soy el mayor. Después de mí hay cuatro mujeres y tras ellas Alfonso y Germán. La mayor de ellas es Hilda, terminó la carrera de arquitectura y se dedica a las labores del hogar. Carolina, la segunda es ingeniera civil y trabaja en la Comisión Federal de Electricidad, en Querétaro. La tercera de mis hermanas, Libia, estudió física, igual que yo, y tiene una maestría en Ciencias. Colabora con nosotros en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Libia ha compartido conmigo muchas experiencias profesionales. De hecho, el programa que diseñé para simular transitorios hidráulico, lo ha mantenido ella actualizado, pues todavía se utiliza. La cuarta hermana es Lina, quien tiene otras habilidades: está especializada en terapia cráneo-sacral combinada con reiki. Alfonso es mecánico automotriz y Germán es ingeniero en electrónica. Él tiene estudios de maestría y colabora con nosotros en el II, dentro del desarrollo de vehículos eléctricos y como instrumentista del grupo de hidromecánica. Todos los hermanos que estudiamos una carrera profesional somos egresados de la UNAM.

Estoy orgulloso de mi familia. Con mi esposa he compartido más de 30 años de esfuerzos para alcanzar muchas de las metas que nos hemos trazado. Tenemos dos hijos, los dos, ingenieros industriales graduados. El menor de ellos haciendo un esfuerzo importante por destacar en la empresa donde trabaja actualizándose con diplomados útiles para su desempeño profesional. El mayor efectúa estudios de posgrado; primero hizo la maestría en investigación de materiales en la Universidad de Birmingham, Reino Unido, y actualmente está desarrollando su investigación doctoral sobre el comportamiento de los sistemas de transporte aéreo, en la Universidad Tecnológica de Delft, en Holanda.

El doctor Carmona se ha hecho acreedor a las siguientes distinciones:

- Premio de Investigación Científica, 1995, en Investigación Tecnológica, que otorga la Academia de la Investigación Científica.
- Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos, 1993, en el área de Innovación Tecnológica y Diseño Industrial, que otorga la UNAM.
- Premio Arturo Rosenblueth de Sistemas de Cómputo, 1979, que concede la Fundación Arturo Rosenblueth.
- Es investigador Nacional desde 1987, en el Sistema Nacional de Investigadores, CONACYT.



Conozco a Verónica, mi esposa, desde que éramos muy pequeños. El ingeniero Rafael Benítez, mi suegro, y mis padres fueron compañeros de la generación 49-53 de la Escuela Nacional de Ingenieros, hoy Facultad de Ingeniería. Los integrantes de esta generación siempre han cultivado una relación de amistad

entre ellos y organizan reuniones frecuentes con sus familias. Mis recuerdos más importantes vienen de la preparatoria 6, donde ella y yo estuvimos simultáneamente, no en los mismos cursos porque no escogimos la misma área de estudio, pero ahí nos veíamos con frecuencia aunque con cierto distanciamiento, y más adelante, hacía el final de nuestra carrera profesional, nos volvimos a acercar a través de la convivencia de nuestros padres. Después de cuatro meses de novios, nos casamos cuando éramos bastante jóvenes.

Con mis hijos y mi esposa he compartido la pasión por jugar tenis. Hace más de 40 años, me enseñó a jugar uno de mis tíos, que estuvo en un internado manejado por ingleses en Pachuca, Hidalgo, posteriormente toda mi familia se acercó a jugar tenis y, cuando me casé, mi esposa también se animó a tomar la raqueta. Al llegar mis hijos continuamos practicándolo. Ahora tenemos buenos torneos de mixtos y entreno con mis hijos con quienes llevamos a cabo muy buenos y reñidos partidos sábados y domingos, para poder soportar las presiones del trabajo de la semana. También tomamos clases de danzón, esto que comenzó sólo, por darle gusto a mi esposa, ahora es una actividad que disfruto, porque además es muy buen ejercicio. 🧩



FRONTIERS IN TRACE ELEMENTS RESEARCH AND EDUCATION

Chihuahua, Chih., Mexico, July 13-16, 2009

Update: July 18, 2009 - Technical visit to Naica Mine

Informes: Dra Rosa María Flores Serrano

Tel 5623 3600 ext 8653

e-mail: rfs@puma.ii.unam.mx



PROYECTOS INTERNOS

FONDO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM



Exposición de motivos

- El Instituto de Ingeniería de la UNAM contribuye en la generación de conocimientos y en la formación de especialistas para fortalecer la práctica de la ingeniería en el país.
- Los proyectos de investigación patrocinados responden a la necesidad de resolver problemas técnicos que se presentan en el desarrollo económico y social del país.
- Resulta estratégico promover y apoyar la generación de conocimiento en líneas de investigación nuevas o poco atendidas, con alto potencial de desarrollo a mediano y largo plazos, que puedan ser eventualmente financiadas con patrocinios externos.
- Para lograr la mayor eficiencia en estas tareas, el Instituto de Ingeniería busca la colaboración entre académicos de la UNAM y de otras instituciones.
- Es conveniente la consolidación de las ideas desarrolladas y su publicación en revistas especializadas de circulación internacional, una vez que se haya protegido la propiedad intelectual de la UNAM, si fuera el caso.
- Con base en lo anterior, el Instituto establece el Fondo de Investigación del Instituto de Ingeniería comprometiendo para ello \$1,500,000.00 (un millón quinientos mil) pesos para proyectos nuevos presentados y aprobados en esta convocatoria.

Objetivos

1. Financiar mediante un fondo semilla proyectos de investigación originales que permitan abordar temas o líneas de investigación nuevos o poco atendidos.
2. Estimular la colaboración entre académicos de las diferentes coordinaciones del Instituto, de la UNAM o de otras instituciones.
3. Fomentar la publicación en revistas internacionales especializadas de alto impacto (ISI).

Bases

Condiciones y Presentación

- a) Los académicos del Instituto de Ingeniería podrán presentar propuestas de proyectos internos.
- b) Se dará prioridad a propuestas de al menos dos responsables técnicos de coordinaciones distintas del II. La participación de académicos de otras dependencias de la UNAM o fuera de ella será también favorecida.
- c) Las propuestas deberán contemplar la participación de al menos un alumno de posgrado, quien realizará su tesis con base en el tema del proyecto.
- d) La duración mínima de un proyecto interno aprobado será de un año. Los proyectos multianuales serán evaluados anualmente y la renovación dependerá del cumplimiento de las metas previstas y de la disponibilidad de recursos.
- e) El monto total máximo de apoyo por año será de \$300,000.00 (trescientos mil) pesos.
- f) De existir otro financiamiento en un tema semejante al de la solicitud, éste deberá mencionarse, incluyendo título, responsable, forma en que se complementan ambos proyectos, instancia de financiación, montos y plazos. Esto aplica para financiamientos solicitados, aprobados u otorgados.
- g) La fecha límite de presentación de propuestas es el 30 de junio del presente año, las cuales se entregarán en la Secretaría Académica del II. Cada propuesta deberá incluir la siguiente información:
 - Nombre del proyecto.

- Problema a resolver y relevancia de la investigación (máximo de tres cuartillas).
- Objetivos, metodología, actividades y calendario (máximo de cinco cuartillas).
- Participantes en el proyecto (personal académico y becarios) mencionado la función o participación de cada uno de ellos.
- Resultados previstos al término del año calendario; se deberán indicar entregables específicos (tesis graduadas, artículos en revistas de alto impacto ISI, solicitudes de patentes, futuras fuentes externas de financiamiento, etc.) por cada período anual.
- Los recursos solicitados al Fondo de acuerdo con las partidas mencionadas en la parte final de esta convocatoria con un calendario anual de gastos propuesto.

Evaluación de las propuestas y criterios de selección

- a) Las propuestas serán evaluadas por un Comité de Evaluación designado para tal fin por el Consejo Interno a propuesta del Director del Instituto de Ingeniería.
- b) El Comité de Evaluación estará formado por cinco miembros:
 - Dos académicos de reconocido prestigio en ingeniería, de la UNAM.
 - Dos académicos de reconocido prestigio en ingeniería, externos a la UNAM.
 - Un ingeniero que no sea académico de carrera y que se haya distinguido por la calidad de sus aportaciones a la práctica profesional.
- c) El Comité de Evaluación revisará las propuestas y las ordenará de acuerdo con los siguientes criterios:
 - Novedad
 - Relevancia del tema
 - Solidez en el planteamiento
 - Grado de colaboración con pares
 - Resultados y productos esperados
- d) De acuerdo con el orden establecido por el Comité de Evaluación, el Consejo Interno aprobará las propuestas mejor evaluadas hasta agotar los recursos disponibles en el Fondo.
- e) La decisión para la aprobación de propuestas por parte del Consejo Interno será inapelable.
- f) Las propuestas no aprobadas podrán ser presentadas en la convocatoria siguiente.
- g) Deberá entregarse un informe de resultados al término del período aprobado y realizar la presentación de los mismos en la Reunión Informativa Anual del Instituto.

Rubros apoyados por el Fondo

- a) Los apoyos del Fondo se destinarán a financiar los siguientes conceptos:
 - Becas
 - Equipo
 - Materiales y consumibles
 - Pasajes
 - Viáticos
 - Inscripciones a congresos
 - Libros y material documental

Los becarios deberán tener promedio mínimo de 8, sin excepción. No se otorgarán becas a estudiantes que tengan derecho a otro tipo de apoyos (CONACyT, CEP-UNAM)



Laboratorio de Diseño Bioclimático y Energía Renovable

En el Laboratorio de Diseño Bioclimático y Energía Renovable, se realizan pruebas para medir la conductividad térmica de materiales de construcción, evaluar la trasmittancia de diferentes materiales y la radiación ultravioleta proveniente del Sol, así como simulaciones de la trayectoria del Sol, para determinar y evaluar la eficiencia de los sombreados en los edificios. En estos estudios, se utiliza *software* para simulación de comportamiento dinámico, con el que se realizan pruebas para establecer los flujos de energía y masa, la posición solar y el valor de la radiación solar.

En la Coordinación de Mecánica y Energía del II UNAM se han diseñado y fabricado aparatos que permiten identificar las pro-

iedades térmicas y ópticas de los materiales así como el ciclo de vida de los mismos. La fabricación de estos equipos se ha llevado a cabo en los talleres del mismo instituto.

El equipo material con que cuenta el Laboratorio está integrado por el permeámetro, equipos para evaluar conductividad térmica, lámparas UV, sensores de UV, un heliodón y un túnel de viento bidimensional.

Los investigadores de la Coordinación de Mecánica y Energía desarrollaron los mapas de radiación solar y bioclima, que han tenido impacto en instituciones del sector energético y de la construcción, basándose en extensos estudios teórico-experi-



EL HERALDO
de Tabasco

Sábado 18 de abril de 2009

No se dragarán ríos este año

José Guadalupe Pérez

Villahermosa, Tabasco.- El director general de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), José Luis Luege Tamargo, reconoció que este año no se realizará el dragado de los ríos Grijalva, Carrizal y Samaria, entre otros trabajos incluidos en el Plan Hídrico Integral de Tabasco, debido a que los recursos son insuficientes, además de que los mil 195 millones de pesos que tienen autorizados por ejercer este año para las obras de infraestructura y protección en Tabasco, no están disponibles en su totalidad, sino que bajan a cuentagotas para su ejercicio.

Entrevistado en "Telereportaje", el funcionario federal insistió en que la dependencia a su cargo no es responsable del retraso de las obras de infraestructura y protección para evitar problemas de inundación en Tabasco, sino que la responsabilidad de la lentitud de esos trabajos es de la Secretaría de Hacienda, la Tesorería de la Federación y hasta la crisis económica internacional.

Explicó que el dragado de los ríos es un problema de azolve por deforestación y pérdida de suelo en la parte alta, y realizarlo implica invertir miles de millones de pesos, es decir, que es mucho el volumen de azolve de los ríos a lo largo de la historia, pero sobre todo en la última época, en donde no se ha respetado en la parte alta los usos del suelo y su vocación, por lo que se enfrenta un problema mayor.

"Este año nos están autorizando mil 195 millones de ejercicio directo, que de acuerdo a la recomendación del Instituto de Ingeniería de la UNAM y desde luego que esto lo hemos comentado también con las autoridades locales, nos marcan una prioridad donde nos vamos a concentrar en desazolve de drenes", destacó.

El titular de la Conagua mencionó también que entre la sexta licitación de obras se encuentran los trabajos de los malecones Leandro Roviroso y Carlos A. Madrazo, por un monto de 600 millones de pesos, e indicó que en ambos lados del río Grijalva se tendrán que levantar bardas a una misma altura, para evitar el desbordamiento del afluente, pero la colocación de bordos de costalería será indispensable sobre todo en las ventanas, zonas bajas y pasos pluviales.

Nota completa: <http://www.oem.com.mx/elheraldodetabasco/notas/n1128761.htm>

mentales como: 1) películas selectivas para vidrios, 2) películas para concentradores y 3) caracterización térmica de los materiales de construcción.

Hasta la fecha los mapas han sido utilizados ampliamente, tanto en trabajos teóricos como para fines prácticos, por instituciones de la construcción y del sector energético, que han confirmado los resultados esperados gracias a la confiabilidad de sus datos.

Algunos proyectos de alto impacto en este campo son:

- Programa Integral para el Diseño de Edificios Energéticamente Eficientes de CFE
- Normas Oficiales para la Eficiencia Energética en Edificios de CONAE
- Caracterización térmica de materiales de construcción de CEMEX
- Evaluación del comportamiento térmico y energético de edificios de PEMEX, CONACULTA, CONACYT, II UNAM, etc.
- Proyecto Piloto de Vivienda Sustentable, de CONAVI
- Código de Edificación de Vivienda (Capítulo de Sustentabilidad) de CONAVI
- Hipoteca Verde de INE-INFONAVIT
- Escenarios de mitigación de gases de efecto invernadero y sus implicaciones en el sector residencial

Los doctores David Morillón y Rafael Almanza son los responsables de estos laboratorios de la Coordinación de Mecánica y Energía, ubicados en el edificio 18 del II UNAM. 🏠



Balanza de precisión y desecador con centrífuga

Domingo 19 de Abril de 2009

Reforzará UNAM investigaciones sobre el tema del agua en México

La UNAM indicó entre los objetivos del PUMAGUA reducir 25 por ciento el consumo en Ciudad universitaria y elevar la calidad del líquido del campus a estándares internacionales

México, 19 abril (Notimex).- Un grupo de casi 300 expertos de 26 entidades de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) trabajan en un proyecto transdisciplinario para hacer diagnósticos precisos sobre la calidad y cantidad del agua en el país.

En un comunicado, la máxima casa de estudios destacó que se pretende analizar los problemas de distribución y abasto, de gestión y políticas públicas hídricas, y abordar la relación del agua con el cambio climático global, que afectará varias regiones de la nación con intensas sequías.

La propuesta, explicó Fernando González Villarreal, investigador del Instituto de Ingeniería, se divide en seis planes encaminados a hacer diagnósticos precisos sobre la calidad y cantidad del líquido en el país.

Así, se trabajará en el fortalecimiento de la Red del Agua UNAM, la organización del Foro de Políticas Públicas del Agua, y el establecimiento de las condiciones para que la UNAM tome el liderazgo en investigaciones sobre adaptación al cambio climático.

De igual manera, la propuesta considera la puesta en marcha del Observatorio del Agua, que analizará en varias zonas la utilización de ese recurso, así como el fortalecimiento del programa PUMAGUA, y el diseño del Currículo del Agua para evaluar a los especialistas en el tema.

En el proyecto participan especialistas de diversas áreas científicas y humanísticas como biólogos, ecólogos, geólogos, ingenieros hidráulicos, expertos en remediación, sociólogos, abogados, economistas y expertos en políticas públicas, entre otros.

El también ex director de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) consideró que son pocos los profesionales en ese campo, pero tienen a favor un alto nivel académico, competitivo a nivel mundial, y abordaje desde todas las áreas del conocimiento.

Al referirse a la organización del foro, se señala que la instrumentación eficiente y equitativa de las políticas públicas del agua “es uno de los grandes problemas para el manejo del recurso en el mundo, y México no es la excepción”.

Nota completa: <http://sdpnoticias.com/sdp/contenido/2009/04/19/379020>



Sábado 25 de abril 2009

Premian tesis sobre biodegradación

Diseñan estrategias para biodegradar contaminantes presentes en la gran mayoría de las aguas residuales industriales

La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y la Asociación Mexicana de Amigos del Instituto Weizmann de Ciencias, A. C., otorgaron el Premio Weizmann Kahn a la mejor tesis de doctorado en el área de ingeniería y tecnología a la tesis titulada *Biodegradación* óptima de compuestos fenólicos en un reactor discontinuo secuencial.

El autor del estudio, Iván Moreno Andrade, investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Campus Juriquilla, indicó que su objetivo fue diseñar estrategias que permitieran la biodegradación óptima de los compuestos fenólicos, contaminantes presentes en la gran mayoría de las aguas residuales industriales.

La nueva tecnología, informó la AMC en un comunicado, tiene aplicaciones en el tratamiento de descargas de la industria farmacéutica, petroquímica u otras industrias químicas, por ser capaz de degradar altas concentraciones de compuestos fenólicos. Actualmente, para tratar sus descargas, estas industrias tienen que diluirlas, lo cual implica contaminar más agua.

Iván Moreno señaló que, más allá de los resultados de ciencia básica para entender qué es lo que pasaba con los microorganismos, su equipo de trabajo aplicó estos conocimientos, se escaló la tecnología y ahora ya se cuenta con un prototipo industrial.

Nota completa: <http://www.elsonido13.com/detalle-noticia.asp?id=1163>



Toponimia y geotecnia en el valle de México

POR G AUVINET, E MÉNDEZ Y U MATUS*

RESUMEN. Como en muchas civilizaciones antiguas, los primeros grupos de moradores del valle de México dieron a sus localidades, pueblos y ciudades un nombre alusivo a alguna característica específica del sitio, flora, fauna, topografía o algún otro rasgo específico. El estudio del origen y significado de los nombres de lugares se llama toponimia. En un número importante de casos, la característica del sitio elegida para describirlo está relacionada con el suelo. Lo anterior ha sido particularmente cierto en el valle de México, donde el nombre de muchos lugares describe explícitamente, casi siempre en *nahoa náhuatl*, el tipo de suelo encontrado en el área. Esta costumbre no ha caído en desuso y se sigue aplicando, ahora en castellano, a nuevos desarrollos residenciales. Este artículo revisa algunos estudios realizados sobre el tema e ilustra, con varios ejemplos, la importancia que se ha dado a lo que todavía no se llamaba *geotecnia* en la selección de muchos nombres de localidades en el valle.

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los habitantes del valle de México no atribuye un significado particular a los nombres, muchos de ellos típicos, de las distintas delegaciones políticas, colonias o barrios de la zona urbana del DF y el Estado de México. En numerosos casos, estos nombres corresponden a antiguas poblaciones que fueron incorporadas progresivamente a la gran ciudad. Sin embargo, detrás de nombres como *Iztapalapa*, *Xochimilco*, *Tlalpan*, etc, existe una referencia explícita a cierto rasgo característico del lugar. En buen número de casos, este nombre constituye una descripción sucinta de la topografía, de la geología o del tipo de suelo encontrado en el sitio. Este significado reviste, por tanto, un evidente interés para los ingenieros civiles y en particular para los geotecnistas.

2. TOPONIMIA

2.1 Antecedentes

El estudio del origen y significación de los nombres de las localidades ha recibido el nombre de toponimia o de onomástica geográfica.

A pesar de la convivencia en Mesoamérica de muchos grupos étnicos durante numerosos siglos, la toponimia de la región tiene principalmente raíces *nahoas*, lo que parece confirmar la idea de que la presencia de este grupo en la zona es muy anterior a lo que se considera en la historia comúnmente aceptada. La hipótesis de que los nombres *nahoas* que se encuentran, por ejemplo en el estado de Tabasco, hayan sido atribuidos tardíamente a estos lugares por los aztecas en los siglos XIV o XV, parece poco realista. De hecho, algunos investigadores consideran actualmente que la llegada del grupo nómada de los *Nahoas* y el inicio de su simbiosis con civilizaciones de agricultores sedentarios preexistentes se remontan probablemente a más de 1200 años antes de Cristo (Duverger, 1999). De acuerdo con esta interpretación, la influencia *nahoa* a través de los siglos le dio cierta unidad lingüística y cultural a Mesoamérica, desde México hasta lo que es actualmente Costa Rica.

La interpretación que debe darse a los nombres indígenas puede consultarse en referencias como el Diccionario de la lengua *Nahuatl* de Siméon (1885), el Diccionario de “*aztequismos*” de Cabrera (1992), y otros trabajos mencionados en la bibliografía. Esta interpretación es delicada y no escapa a cierta subjetividad. Debe tomarse en cuenta que no existe una equivalencia biunívoca entre los vocablos europeos y los de la lengua *nahoa*. Se sabe que, en este último idioma, una determinada palabra no puede aislarse de su contexto y puede tener una dimensión poética o hasta cosmogónica difícilmente traducible. Es frecuente por tanto tener varias interpretaciones para un mismo nombre.

Una confusión a la que puede conducir una interpretación superficial y tendenciosa puede ilustrarse con el caso del barrio de *Copilco*, próximo al *campus* de la UNAM, al que un humorista atribuyó maliciosamente el significado, confirmado por evidencias de campo, de *copi* (copia) y *co* (lugar), es decir... ¡lugar donde se sacan copias!

*Personal del Laboratorio de Geoinformática, II UNAM

2.2 TOPONIMIA DE LA CUENCA DE MÉXICO

Para la Cuenca de México, el trabajo de toponimia más conocido es probablemente el de González Aparicio (1980, fig 1).



Fig 1 Parte central del Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán de González Aparicio (1980)

En su *Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán*, este autor asocia a un gran número de localidades su interpretación toponímica y el glifo correspondiente. Aun cuando este trabajo no parece totalmente exento de algunos de los defectos mencionados en los incisos anteriores, constituye una excelente base de información para los fines del presente trabajo.

3. LA GEOTECNIA EN LA TOPONIMIA

3.1 Vocablos prehispánicos y aztequismos relacionados con la geotecnia

Antes de examinar los nombres de los diferentes lugares del valle de México, es necesario mencionar algunos vocablos prehispánicos o términos actuales derivados de ellos (aztequismos) relacionados con el suelo.

Se sabe que *tlalli* significa tierra. Siméon atribuye también a *tlallotl* el significado de tierra, barro y a *tlalpantli* el de suelo. Este mismo autor indica que *tlalmanalitzli*: es el aplanamiento del suelo, la acción de nivelar la tierra. Para Cabrera, *zoquite*, barro o lodo, es un aztequismo derivado de *zoquitl*.

Combinando *tetl*, piedra, con la palabra *zoquitl*, se obtiene *tezoquitl*, la tierra arcillosa que sirve para hacer alfarería (Sahagún). *Tepetl* o *tepepan* es la montaña, el cerro. *Tepetlalli* es una ladera, un declive, es decir, un talud. *Tetla* es un lugar pedregoso. El aztequismo *tenexte* corresponde a la roca de la que se hace la cal (de *tenextli*, cal y *tetl*). La tiza es una especie de yeso o gis blanco, de *tizatl*: barniz o tierra blanca (Molina).

Oztotl es una caverna como las que abundan en el poniente de la ciudad de México. Se le dio mucho crédito en el pasado a la

leyenda de la existencia de un sumidero en el lago de *Texcoco*, al que se le daba el nombre de *Aoztoc* (cueva en el agua), ubicado cerca de la estación del metro actual de *Pantitlán*.

El popular aztequismo *tepetate* se refiere a una especie de toba volcánica o conglomerado limo-arenoso muy resistente que cortado en bloques se usa en vez de piedra para la fabricación de muros. La interpretación etimológica más directa es la de *cama dura*, de *tetl*, piedra, y *petlatl*, petate o cama (Cabrera).

La palabra *tlatelli*, montículo de tierra, se ha empleado para referirse a los islotes que sobresalían de los lagos del valle de México. Entre los más conocidos puede mencionarse el “*tlatel* de Iztacalco” que se encontraba al sur de la ciudad de Tenochtitlan, en el sitio correspondiente del actual convento de San Matías Iztacalco (fig 2).



Fig 2 Islote de Iztacalco en la Laguna de México (mapa atribuido a A de Santa Cruz, 1555)

En relación con la palabra *tlalli*, debe mencionarse que la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos adoptó en 1957, por sugerencia de F Zamora Millán, un escudo inspirado en un monolito prehispánico. Se escogió un motivo escultural de dicho monolito alusivo al segundo sol de los *Nahoas*, o sol de tierra, correspondiente a la segunda edad del mundo (Clavijero): *tlaltonatiuh*, de *tlalli*, tierra, y *tonatiuh*, sol. El monolito, puede observarse en el sitio arqueológico de *Teotenango* (lugar de la muralla sagrada:

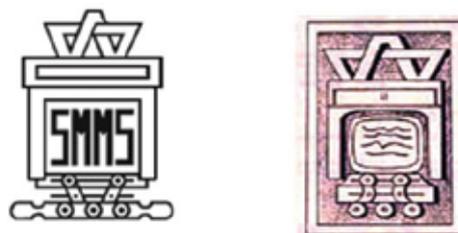


Fig 3 Escudo de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos y representación prehispánica de *tlaltonatiuh*



tenamitl, muro y *teotl*, dios) ubicado al poniente de la población de Tenango, 25 km al sur de Toluca, en el Estado de México.

Las civilizaciones prehispánicas del valle de México ya tenían sus geotecnistas como lo muestra el detalle del Código Mendocino reproducido en la fig 4, que muestra un funcionario *tenochca* encargado de la conservación y limpieza de calzadas y acequias y una representación de una calzada con una cortadura que es atravesada por un puente levadizo de madera.

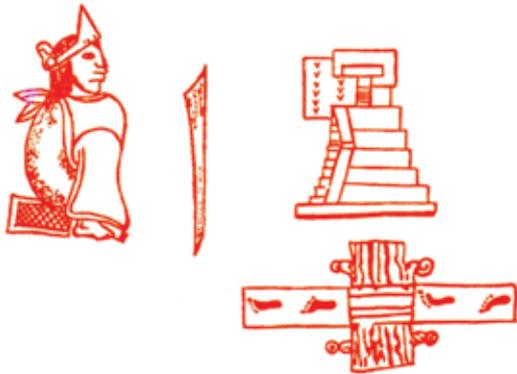
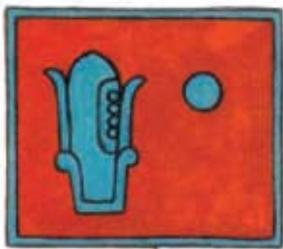


Fig 4 Geotecnista tenochca (Código Mendocino pág 64, citado en Memoria de las obras del Sistema de drenaje Profundo del Distrito Federal, 1975)

Por otra parte, es bien sabido que el *tezontle* es la escoria volcánica porosa de color rojizo que por su ligereza, resistencia y aspecto (“el *tezontle* tiene color de sangre seca” escribió Octavio Paz), se usa mucho como material de construcción en el valle de México. Según Cabrera, la etimología sería: cabellos de piedra, de *tetl* piedra y *tzontli*, cabellera.

El *tequesquite* es una sal natural compuesta de sesquicarbonato de sosa y cloruro de sodio que aparece en forma de eflorescencia al evaporarse el agua de los lagos salobres. La composición puede variar según la naturaleza de las aguas que lo tienen en solución. Existen diferentes tipos de tequesquite, según la finura de la sal. Etimología: *tequizquitl*, piedra eflorescente, de *tetl*, piedra y *quizquitl*, brotante, de *quizca*, salir o brotar espontáneamente (Cabrera).



La palabra *tlalollin* que asocia *tlalli*, tierra, con *ollin*, movimiento, significa lógicamente sismo (Fig. 5).



Fig 5 Glifo que indica que en el año uno pedernal hubo un temblor: *tlalollin* (Código Telleriano Remensis, citado por Lomnitz, 2005)

3.2 TOPONIMIA DE ALGUNOS LUGARES DEL VALLE

En un trabajo como el presente, sólo es posible incluir una pequeña muestra de la toponimia de las localidades del valle de México cuyo nombre está relacionado con la geotecnia y la ingeniería civil:

Atenco: a la orilla del agua, de *atl*, agua, *tentli*, orilla y *co*, lugar (Cabrera).

Chiconautla: Nueve aguas, de *chiconahui*, nueve y *atl*, agua (Cabrera). En este sitio existió una de las fuentes importantes de abastecimiento de agua de la Ciudad de México (el sistema de aprovisionamiento del agua de *Chiconautla*, se terminó de construir en 1957, y aportaba un gasto del orden de 3 m³/s; DDF, 1957).

Iztapalapa: en el río de las lajas blancas, de *iztapalli*, una piedra lisa blanca y *apan*, río (Cabrera).

Iztapalocan: en el camino de lajas (González Aparicio).

Jaltepec: cerro de arena, de *xalli*, arena, y *tepetl*, cerro. Para el geotecnista, un cerro con este nombre constituye un potencial banco de préstamo de material granular.

Nextlalpan: en la tierra de ceniza (González Aparicio) de *nextli*, ceniza y *tlalli* tierra.

Tetelpan: tierra fragosa (González Aparicio).

Tezonco y *Tezoyucan*: lugar del *tezontle* (González Aparicio).

Tezompa: sobre el *tezontle* (González Aparicio).

Tizayuca: de *tizayocan*, lugar de los que tienen tiza, de *tizatli*, cierta tierra blanca; *yo*, posesivo, y *can*, lugar de (Cabrera).

Tlahuac: de *cuitlahuac*, suciedad seca: de *cuitla*, suciedad y *huaqui* o *uaqui* secado por evaporación (Siméon). Antigua isla en el límite entre los lagos de *Xochimilco* y *Chalco*, unida a la orilla por una angosta calzada por donde pasará la línea 12 del metro, actualmente en construcción.

Tlalpan: encima de la tierra, de *tlalli*, tierra y *pan*, encima (Cabrera). Según el *museo de Historia de Tlalpan*: Lugar de tierra firme.

Tecamachalco: en las quijadas de piedra, de *tetl*, piedra y *camachalli* quijada (Cabrera).

Tepepan: sobre el cerro (González Aparicio).

Tepetlapan: sobre el tepetate (González Aparicio).

Tepeyac: la nariz (punta) de la montaña, de *tepetl* cerro y *yácatl*, nariz. Esta “nariz” rocosa, parcialmente sepultada, explica los grandes asentamientos diferenciales que han presentado la basílica de Guadalupe y el contiguo convento de las Capuchinas.

Tepetzingo: en el cerrillo (González Aparicio). La presencia de este cerro causó algunos dolores de cabeza a los diseñadores de lo que iba a ser el nuevo aeropuerto de la ciudad de México.

Tlalnepantla: en medio de la tierra (Siméon).

Tlaltenango: en la muralla de tierra de *tlalli*, tierra, y *tenamitl*, muro o fortificación.

Tlaltenco: tierra en la orilla del agua de *tlalli*, tierra, y *atenco*, playa o, a la inversa, lugar cercano a la tierra (estación de la línea 12 del metro).

Tlatelolco: En el islote, de *tlalli*, tierra.

Tlilhuacan: donde hay tierra negra (actualmente colonia *San Juan Tlilhuaca* en la delegación *Azcapotzalco*) (González Aparicio).

Xalostoc: cuevas en la arena, de *xalli*, arena y *oztotl*, caverna.

Xaltenco: a la orilla del arenal de *xalli* arena y *atenco*, a la orilla (González Aparicio).

Xaltepec: en el cerro de arena (véase *Jaltepec*).

Xaltocan: pequeño pueblo que se levantaba en el centro del lago del mismo nombre. Cabrera dice: “La etimología de Pimentel parece la más lógica: siembra en la arena: de *xalli*, arena y *tocani*, sembraron”.

Xitle: cono volcánico al sur del valle de México, del cual proviene la capa de lava que se extiende al norte de San Ángel, Coyoacán y Tlalpan. Etimología: *xictli*, ombligo (por la forma del volcán).

3.3 LA GEOTECNIA EN LA TOPONIMIA MODERNA

Con el inicio de la colonia española, el valle de México entró en una nueva etapa política, económica y social. Por muchos años, en la zona del valle de México, los españoles sólo desarrollaron localidades en sitios en los que habían existido asentamientos prehispánicos. Esto era lógico, ya que se contaba con una infraestructura urbana que solo necesitaba cierta remodelación. Así la nueva autoridad emprendió una campaña de renombramiento de poblaciones y localidades, sustituyendo los nombres originales por nombres de origen europeo. Este intento de borrar la cultura prehispánica no dio los resultados que las autoridades

esperaban. Los nombres originales, en muchos de los casos, conservaron la designación original, que hoy podemos identificar en muchos sitios. Fue común la combinación de nombres prehispánicos con otros castellanos, generalmente religiosos, como en el caso de *Santa Marta Acatitla*, de *San Juan Ixtayopan* o de *San Lorenzo Tezonco* para citar solamente unos cuantos ejemplos. En algunas ocasiones los dos nombres libraron un duelo a muerte, con un solo vencedor. Así fue como desapareció *San Agustín de las Cuevas* para dejar su lugar al nombre original de *Tlalpan* que, en el siglo XIX, se escribía *Tlalpam*.

Con la revolución industrial de los siglos XIX y XX y la explosión demográfica que se origina de ésta, la ciudad y las poblaciones del valle de México iniciaron un proceso de crecimiento, el cual ocasionó la ocupación de territorios de condiciones difíciles que nunca habían sido habitados antes. A estos lugares se les nombró empleando, como en la época prehispánica, rasgos característicos del lugar. Al escoger estos nombres, los desarrolladores modernos no han demostrado la misma imaginación que sus antecesores. Abundan las *Lomas* como las de *Chapultepec*, de *Santa Fe* o de *Vista Hermosa*. De hecho, a la palabra *Lomas* se le da actualmente, la acepción de lugar elegante que ha llevado a introducir variantes como *Bosques de las Lomas*, *Cumbres de Reforma* y hasta el feo *Interlomas*. Una situación semejante ha sucedido con la palabra *Pedregal* que, paradójicamente, de lugar pedroso desolado pasó a significar lugar exclusivo después del desarrollo de los *Pedregales de San Ángel* y de *San Francisco*.

Otros lugares tienen un nombre más interesante y hasta misterioso. La *Lagunilla* corresponde efectivamente a un lugar en el que en el pasado existió un pequeño lago (fig 6). Sin embargo, existe una controversia respecto a quién fue el difunto que dio su nombre a la *Barranca del Muerto*. Tampoco se sabe a qué crisis debe atribuirse la ruina de la *Peña Pobre*.



Fig 6 Ubicación de la *Lagunilla* en la traza de la ciudad azteca (Manuel Toussaint y Justino Hernández, 1938).



4. CONCLUSIONES

La toponimia constituye una fuente de datos importante que no conviene ignorar en los estudios geotécnicos. En este aspecto, el valle de México es particularmente rico en nombres relevantes desde el punto de vista de la caracterización de los suelos, la presencia actual o pasada del agua, la topografía, etc. Es recomendable que este conocimiento, actualmente poco difundido, forme parte de la cultura del ingeniero geotecnista.

5. REFERENCIAS

- Benítez, J., 1939, "Toponimia indígena de la ciudad de México" en Segundo Congreso de Americanistas. Actas de la sesión celebrada en México, Tomo II. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México, pp. 51 a 55.
- Cabrera, L., 1992, "Diccionario de aztequismos", Edit. Colofón, 5ª edición, México.
- Departamento del Distrito Federal, 1957, "Sistema de aprovisionamiento de agua de Chiconautla", México.
- Duverger C., 1999 "La Méso-Amérique - l'art pré-hispanique du Mexique et de

l'Amérique Centrale", Flammarion, Paris

- González Aparicio L., 1980, "Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán", SEP-INAH, Instituto de Antropología e Historia, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998, "Diccionario de datos toponímicos", México.
- Lomnitz, C., 2005, "Los sismos en el mundo azteca y en la época colonial", El Faro, UNAM, no 54, septiembre, México.
- Molina A., 1571, "Vocabulario en lengua castellana y mexicana", dirigido al Don Martín Enríquez, Virrey de la Nueva España.
- Orozco R.V., 2004, "Proyecto, construcción y operación de presas de jales mexicanas", Memoria, XXII Reunión Nacional, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Guadalajara, Jalisco.
- Rosales R. A., 1994, "México: lugar de los mexicanos: hallazgo e interpretación del jeroglífico de México, verdadero significado del nombre que los aztecas dieron a nuestro país", Lotería Nacional para la Asistencia Pública, México.
- Robelo C.A., 1902, "Toponimia maya-hispano-nahoa", J. D. Rojas, México.
- Robelo C.A., 1912, "Toponimia tarasco-hispano-nahoa", Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnología, México.
- Siméon, R., 1885, "Dictionnaire de la langue nahuatl ou mexicaine", Paris, Imprimerie Nationale. Segunda edición en español, 1981, Siglo XX Editores, S.A., México. ■■

Tesis graduadas

Cómputo aproximado en la solución de problemas geosísmicos es el título de la tesis de Silvia Raquel García Benítez, quien obtuvo el grado de doctora en ingeniería, con mención honorífica, el pasado 11 de marzo.

En esta investigación, realizada bajo la supervisión del doctor Miguel P Romo de la Coordinación de Geotecnia de este Instituto, se presentan técnicas y métodos alternativos útiles para la planificación y desarrollo de asentamientos humanos menos vulnerables en cuando a su condición sísmica. Es imposible evitar la ocurrencia de los sismos, pero las consecuencias económicas, sociales y ambientales de las grandes sacudidas pueden disminuirse con los avances de la ciencia en que se apoya la práctica de la ingeniería.

A través de dos importantes y complejos problemas geosísmicos: a) la evaluación de las velocidades de ondas de corte Vs a partir de los resultados de una prueba de penetración de cono y b) el análisis de la respuesta sísmica del valle de México, se resaltan los principios del modelado comenzando con el planteamiento de la física del problema seguido de su interpretación desde un enfoque "aproximado" (construcción del ambiente de cálculo) y culminando con la interpretación de los resultados.

La solución al primer inciso generó un sistema neurodifuso que permite elaborar juicios y dictar sentencias sobre el comportamiento de Vs a través de información de la resistencia a la pene-

tración del cono eléctrico, la profundidad y la zona geotécnica a la que pertenece el sitio en estudio. Los parámetros de entrada del modelo se obtienen de un número pequeño de pruebas estándar y las estimaciones, además de ser confiables, contienen conocimiento sobre los materiales y sus propiedades.

Para el estudio de la respuesta sísmica del valle, se construyó una red neuronal que cuantifica la transformación de un movimiento de entrada (espectro en un sitio de control, en este caso Ciudad Universitaria) de acuerdo con la historia sísmica, la situación geográfica y las características de los materiales que conforman el depósito de suelo que se esté analizando. Este modelo no requiere de hipótesis restrictivas en la especificación de la sacudida ni de afirmaciones poco científicas sobre estratigrafías y propiedades de los suelos; está cimentado en la Teoría del Caos y administrado con técnicas de reconocimiento de imágenes para crear un "espacio de respuestas" (georreferenciadas) que incrementa la utilidad de conocidos planteamientos ingenieriles evolucionándoles hacia un funcional neuronal predictivo, escalable, transparente, interpretable, rápido y económico.

Finalmente, esta investigación pretende además ayudar en el desarrollo y disseminación de estas tecnologías complementarias para su establecimiento, a través de guías prácticas, como piezas estándar en procesos y procedimientos en el ámbito de la ingeniería geosísmica, sin que esto signifique reemplazar los análisis convencionales ni el juicio ingenieril.

El 2 de marzo, Baruo Daniel Aldama Sánchez obtuvo el grado de maestro en ingeniería (civil-estructuras), con la tesis *Proceso automatizado para determinar el estado estructural en*

edificios instrumentados, dirigida por el doctor David Muriá Vila, investigador de la Coordinación de Estructuras y Materiales.

Utilizando la instrumentación en edificios es posible conocer la respuesta dinámica de éstos ante solicitaciones sísmicas, por medio de técnicas y criterios de análisis. Esto permite analizar su respuesta dinámica ante la ocurrencia de un sismo y detectar posibles cambios en sus características estructurales con base en sus valores iniciales y, a partir de éstos, establecer su estado de daño.

Lo anterior conduce a la conveniencia de contar con un elemento de juicio en el momento de tomar decisiones sobre la posible reparación y/o evacuación de una estructura. Para tal fin, en esta tesis se diseñó y desarrolló un sistema automático de alerta estructural.

La toma de decisión se basa en cinco indicadores: dos de severidad y tres de respuesta estructural. Para cada índice se estable-

cieron umbrales que se ajustaron y relacionaron con el estado de daño de cuatro edificios instrumentados. Los resultados muestran que la implementación de estos índices y su correlación con el estado de daño observado fueron adecuados y están sustentados con resultados en edificios instrumentados obtenidos en un lapso de 15 años.

Al ocurrir un sismo, el sistema propuesto procesa los registros, obtiene los valores de los indicadores y los compara con los de referencia. Con estos datos elabora un informe automático. Es conveniente aclarar que los valores de referencia para cada edificio tienen la posibilidad de actualizarse en función de información análisis de los eventos que se registren y del comportamiento que se observe de la inspección de la estructura.

Alexandra Ossa López presentó su examen doctoral el pasado 31 de marzo con la tesis *Comportamiento mecánico del poliestireno expandido (EPS) bajo carga de compresión*, dirigida por el doctor Miguel P Romo.

Esta investigación, con la que obtuvo el doctorado en ingeniería de mecánica de suelos, tuvo como objetivo principal mejorar la comprensión del comportamiento mecánico del poliestireno expandido EPS bajo esfuerzos de compresión estáticos y dinámicos, y conocer la influencia que sobre este comportamiento ejercen la densidad del material y el esfuerzo de confinamiento, así como la velocidad de desplazamiento para el caso estático. El trabajo experimental de esta investigación se dividió en dos etapas, en las cuales se evaluaron los comportamientos estático y dinámico del EPS.

En la etapa de evaluación del comportamiento estático, se llevó a cabo una serie de pruebas de compresión triaxial, en muestras de EPS de diferentes densidades bajo condiciones de velocidad de desplazamiento y confinamiento variables. Se analizó la relación que existe entre estos tres factores y la resistencia a compresión del material. Adicionalmente, en esta etapa fue evaluado el efecto de carga sostenida *creep* en el comportamiento del material.

En la etapa de evaluación del comportamiento dinámico, se efectuaron pruebas triaxiales cíclicas a deformación controlada y de columna resonante a muestras de poliestireno expandido de diferentes densidades y sometidas a diferentes condiciones de confinamiento. Con base en los resultados obtenidos, se construyen gráficas de la variación del módulo de rigidez al cortante G y amortiguamiento λ con la deformación angular γ , que describen el comportamiento dinámico del EPS. Se analiza además la influencia que sobre dicho comportamiento ejercen la densidad de la muestra y el esfuerzo de confinamiento.

Por otra parte, se llevaron a cabo pruebas triaxiales cíclicas a carga controlada con el propósito de medir la degradación de la rigidez del material con el número de ciclos aplicados en probetas de diferentes densidades sometidas a esfuerzos de confinamiento variables.

Esta tesis aporta nueva información acerca del comportamiento a compresión del poliestireno expandido, ya que los resultados experimentales que se incluyen en este trabajo corresponden a los valores de densidades, esfuerzos de confinamiento y velocidades de desplazamiento no reportadas anteriormente en la bibliografía, o si reportadas, lo están en forma limitada. Adicionalmente, en esta tesis se proponen dos modelos para la predicción del comportamiento estático y dinámico del poliestireno expandido, cuyos resultados son una buena aproximación de los resultados experimentales.

La aportación más novedosa de este trabajo es la realización de pruebas de compresión no confinadas en el interior de un microscopio electrónico, lo cual permite evaluar y cuantificar el comportamiento esfuerzo deformación del material a nivel macroscópico y microscópico simultáneamente, lo que permite entender algunas de las características mecánicas del material. Por otro lado, esta investigación presenta una hipótesis que, al menos cualitativamente, explica porqué el poliestireno expandido es un material cuya resistencia a la compresión disminuye en la medida que el esfuerzo de confinamiento aumenta.

Por último, esta investigación muestra que el poliestireno expandido, para las densidades consideradas, no es un material totalmente impermeable como lo indica gran parte de la literatura. La absorción de agua de este material depende del tiempo durante el cual esté sumergido y del estado de esfuerzos al que sea sometido.



Tan perjudicial es desdeñar las reglas como ceñirse a ellas con exceso. Juan Luis Vives¹

SIGNOS DE PUNTUACIÓN

EJEMPLOS COMATOSOS

En el número anterior enumeré las reglas más comunes para el buen uso de las comas, las cuales resultan muy simples. Sin embargo, su uso inapropiado es tan frecuente que me parece útil presentar más ejemplos.

Aun sabiendo que hay que evitar escribir coma entre el sujeto y el predicado, en los siguientes casos las comas lograron meterse donde no debían:

El análisis comparativo de los modelos DF y EF, permitió detectar dos resultados importantes. ✘

La fig 6, muestra el comportamiento del flujo del agua del río en la zona de la estructura de control. ✘

El Túnel Emisor Central, corre junto a las montañas del poniente del valle de México. ✘

Otras más se deslizaron, aprovechando una oración negativa:

Es peligroso que una ciudad tan importante, no tenga otras alternativas para desalojar las aguas negras. ✘

Este intento de borrar la cultura prehispánica, no dio los resultados que las autoridades esperaban. ✘

En el próximo ejemplo, la coma antes del verbo podría deberse a una frase explicativa o incidental, pero entonces dicha frase debería estar entre dos comas:

Los doctores Juan Sánchez y Mario Salas de la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales (CIPIA), están realizando una serie de simulaciones numéricas del flujo del agua. ✘

Los doctores Juan Sánchez y Mario Salas, de la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales (CIPIA), están realizando una serie de simulaciones numéricas del flujo del agua. ✓

COMAS PROHIBIDAS Y COMAS NECESARIAS

Hay comas que nunca deben aparecer, en absoluto: las comas antes de paréntesis o guiones, como en las referencias:

Bernal, D, (1982) debe escribirse: Bernal, D (1982).

Por otra parte, hay dos frases latinas presentes en español que contienen la conjunción latina *et*, pero para una se admite la coma y para la otra no, según su grado de asimilación al español.

La forma *et alii*, que significa *y otros*, y se abrevia *et al*, no debe ir nunca acompañada de coma:

Bernal et al (2000) y no Bernal, et al, (2000).

Sin embargo, la forma *et caetera* que significaba *y todo lo demás*, actualmente integrada al español como *etcétera*, sí



debe ir precedida por coma en las muchas enumeraciones donde aparece, pues la conjunción latina *et* ya no se percibe:

Perros, gatos, patos, etcétera pululaban por el jardín.

Una de las normas que la Ortografía de la Real Academia Española establece es que debe utilizarse coma cuando se omite un verbo que se sobrentiende:

En esta ecuación, $\{\mathcal{E}\}$ es el vector de desplazamientos en los extremos del miembro y $\{\mathcal{E}\}$, una matriz que contiene las funciones de forma de desplazamiento.

Sobre este ejemplo, muy común en las definiciones de elementos algebraicos, pienso que aunque se eliminara la coma en la segunda frase, seguiría entendiéndose bien, por el paralelismo con la primera afirmación.

En otro caso, la inclusión de la coma en lugar del verbo puede servir para mejorar un título corto, como en:

El Túnel Emisor Oriente, única obra de su tipo en el mundo.

COMAS CON ANTECEDENTES

Cuando se usan los pronombres relativos (que, quien, donde, el y la cual, los y las cuales, cuyo, cuya, cuyos, cuyas) para no repetir un sujeto antecedente, o sea mencionado previamente, se escribe coma antes de ellos. Por ejemplo:

Así conocí Atotonilco de Tula, donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales más grande de México.

La primera persona en recibir dos premios Nobel fue Marie Curie, quien también fue la primera profesora mujer en la Universidad de París.

El campesino oaxaqueño Jesús León Santos ganó el premio de ecología Goldman 2008, cuyo monto fue de 125 000 dólares.

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

¹ Humanista, filósofo y pedagogo español (Valencia, 1492-Brujas, 1540) que realizó en Brujas su obra *Tratado del socorro de los pobres*, donde analizaba y sistematizaba la organización de la ayuda a los pobres. Fue el precursor de la organización futura de los servicios sociales en Europa.

DÍA DEL INGENIERO

CH₃

ORQUESTA SINFÓNICA DE MINERÍA



PROGRAMA

Merle J. Isaac <i>Obertura mexicana</i> (Pajarillo, Las gaviotas, Cielito lindo, La cucaracha, Carmela, Jarabe tapatío y Marcha de Zacatecas)	Canciones de Alvaro Carrillo interpretadas por Irasema Terrazas Arr. Arturo Márquez: <i>El Andariego, Azul, Luz de luna</i> Arr. Gerardo Tamez: <i>Cacahuatpec</i>
Juventino Rosas Vals <i>Sobre las olas</i>	Blas Galindo <i>Sones de mariachi</i>
Enrique Mora <i>Alejandra</i>	Victor Jara. Arr. Manuel Enríquez <i>El carretero</i>
Silvestre Revueltas <i>Janitzio</i>	Severiano Briseño <i>El Sinaloense</i>
Popular Mexicana <i>Guadalajara</i>	José Pablo Moncayo <i>Huapango</i>

Miércoles 1º de julio 2009
20:00 h.
Sala Nezahualcóyotl

José Areán, *Director* Irasema Terrazas, *Soprano*

Entrada general: \$500.00
INFORMES Y VENTA DE BOLETOS
5521 8878 / Taquilla Sala Nezahualcóyotl
www.sinfonicademineria.org



50% de descuento a estudiantes y maestros en general; trabajadores de la UNAM; jubilados ISSSTE, IMSS e INAPAM con credencial actualizada.



Visite la página del Instituto de Ingeniería:

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

Envíe sus comentarios a: gaceta@pumas.ii.unam.mx