

REUNIÓN DEL 29 DE MARZO

- En seguimiento a los acuerdos de la sesión del Consejo Interno del 15 de febrero de 2006 se informó que Sergio Alcocer, Marco Ambríz y José Alberto Escobar se entrevistaron con personal del SNI encargado de sus bases de datos y establecieron las condiciones para poder comunicar éstas con el SBDAll del Instituto.
- Se aprobó un informe de actividades de año sabático y una solicitud de licencia sin goce de sueldo por un año.

REUNIÓN DEL 26 DE ABRIL

- En seguimiento a los acuerdos de la sesión del Consejo Interno del 29 de marzo de 2006 se comentó que el acuerdo del Rector para la institución del Reconocimiento *Sor Juana Inés de la Cruz* que se publicó en la Gaceta de la UNAM del 17 de febrero de 2003, establece que puede aspirar a este reconocimiento toda universitaria que realice labores sobresalientes de docencia, investigación y difusión de la cultura. Sin embargo, en el punto tercero, especifica de manera tajante que: "...la comunidad de cada ...Instituto...podrá proponer las candidatas que considere merecedoras...a los consejos técnicos o internos, quienes decidirán otorgar el reconocimiento a una investigadora o profesora definitiva...". Con base en lo anterior, queda aclarado el asunto en el sentido de que las personas con nombramiento de Técnicas Académicas no pueden aspirar a tal reconocimiento.
- El director del Instituto informó que se está elaborando un libro de proyectos del Instituto, otro libro con biografías de los fundadores del Instituto y que se están organizando una serie de conferencias del Instituto de Ingeniería en diferentes dependencias gubernamentales y privadas. Esta serie tiene por objeto difundir los alcances de los trabajos de investigación que se realizan en nuestra entidad.
- El director del Instituto comentó que se está traduciendo al español el video que la UNAM presentó en el recientemente celebrado *IV Foro Mundial del Agua* para que se exhiba a través de TV UNAM.
- Se aprobó una solicitud de promoción a TATB, cinco de recontractación por obra determinada y dos solicitudes de año sabático.

Directorio

UNAM

Dr Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic Enrique del Val Blanco
Secretario General

Mtro Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Institucional

Mtro José Antonio Vela Capdevila
Secretario de Servicios a la Comunidad

Mtro Jorge Islas López
Abogado General

Dr René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Lic Néstor Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

INSTITUTO DE INGENIERÍA

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro
Director

Dr José Alberto Escobar Sánchez
Secretario Académico

Dr Mario Ordaz Schroeder
Subdirector de Estructuras

Mtro Víctor Franco
Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Dr Luis A Álvarez-Icaza Longoria
Subdirector de Electromecánica

Mtro Lorenzo Daniel Sánchez Ibarra
Secretario Administrativo

Mtro Xavier Palomas Molina
Secretario Técnico

Mtra María Olvido Moreno Guzmán
Secretaria de Promoción y Comunicación

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 1200 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

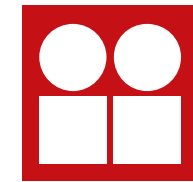
Correctora de estilo
L en L Olivia Gómez Mora

Colaboradora
I Q Margarita Moctezuma Riubi

Formación e impresión
Albino León Cruz

Distribución
Fidela Rangel

Gaceta del

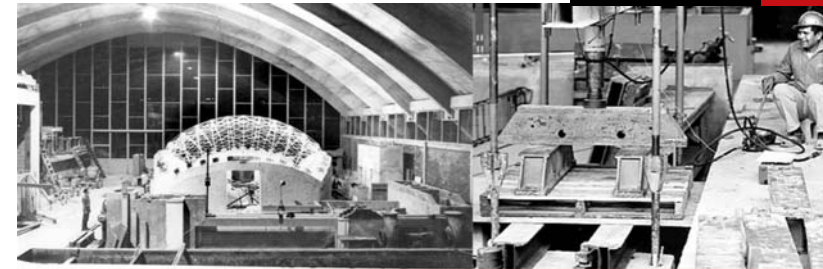


**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Junio de 2006

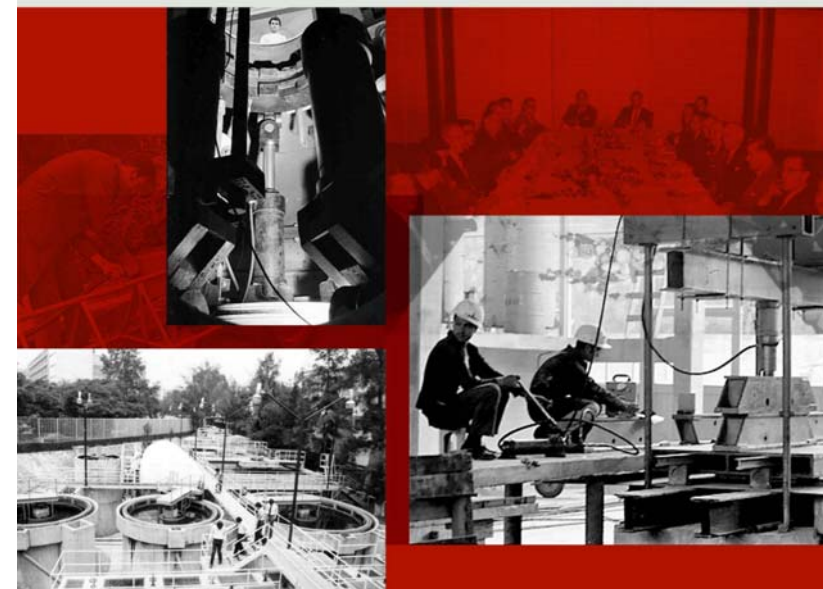
Número **18**

ISSN 1870-347X



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Informe de actividades 2005-2006



Editorial

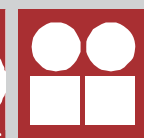
El pasado 25 de mayo, con la presencia del doctor René Drucker Colín, Coordinador de la Investigación Científica, presenté a la comunidad del Instituto y las autoridades universitarias el Informe de Actividades 2005-2006 del II UNAM. En él traté los temas más relevantes a mi juicio sobre la vida académica de la institución en ese lapso.

Destaca por su importancia, la producción académica a través de artículos e informes para patrocinadores. Durante 2005, se publicaron 1.35 artículos en promedio por investigador en revistas arbitradas, 3.13 artículos en promedio por investigador en congresos técnicos y 3.3 informes de investigación a patrocinadores en promedio por investigador. Además, académicos del Instituto de Ingeniería registraron cuatro patentes. Si bien el número de artículos arbitrados bajó en comparación con el año pasado, dado el crecimiento en el número de informes, se esperaba que para el año próximo se recupere el nivel de producción de artículos. Debemos hacer un esfuerzo para presentar nuestros resultados en las revistas internacionales de mayor impacto.

Otro de los temas de gran importancia es la educación de nuevos ingenieros, en especial aquellos con posgrado. En este sentido, el Instituto juega un papel singular, no sólo en la UNAM sino en el país, por el

Índice

• Editorial	1	• Día del desafío	5
• Reconocimientos	2	• Impacto de proyectos	6
• Actividades académicas	3	• Noticias	14



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Visite la página del Instituto de Ingeniería:

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

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

rigor y calidad de sus investigaciones y por ser la única institución en el país que, en varios campos, tiene las capacidades humanas y físicas para desarrollar investigación y formar a los nuevos líderes de la ingeniería. No obstante los avances en eficiencia "terminal", que es uno de los indicadores que considera la UNAM para medir el desempeño en sus programas de posgrado, tenemos que revisar, y en su caso, modernizar, los planes de estudio, mejorar el desempeño de los tutores de modo que dediquen tiempo suficiente al seguimiento de los alumnos y, en general, tomar con la mayor seriedad el posgrado.

También en el informe se presentaron los avances en la gestión administrativa, en la relación con la delegación sindical, así como en el Plan Maestro de Modernización de la Infraestructura y Plan de Mantenimiento y Mejoramiento Ambiental.

Con relación al 50 Aniversario de nuestro Instituto, se presentaron los avances de los programas académico y cultural, y se hizo énfasis en la puesta en marcha del proyecto *Comunidad del II*, que tiene por objeto mantener contacto permanente con exalumnos, extra-bajadores académicos o administrativos y con nuestros amigos todos, informándoles de los avances, eventos y asuntos del Instituto. Como parte de este proyecto contamos con un sistema de información para recabar los datos, el cual está disponible a todo público en la dirección electrónica: <http://aplicaciones.iiingen.unam.mx/enlacecomunidad/>. Les solicito nos ayuden a pasar el mensaje y promover la inclusión de más amigos del II UNAM en nuestra base de datos.

Al final de este Informe de Actividades presenté los principales retos que enfrenta el Instituto en 2006, dirigidos a su modernización:

En el ámbito académico:

- Continuar con el fomento a la producción editorial en las *Series del II* y en revistas de excelente nivel
- Poner en marcha el Plan de Desarrollo Académico de la Subdirección de Estructuras
- Fortalecer la vinculación del Instituto con instituciones en el extranjero y fomentar la movilidad de nuestros investigadores
- Continuar incrementando la tasa de graduación de estudiantes del posgrado, con énfasis en doctorado

- Afianzar las opciones de descentralización
- Formalizar la organización y operación de grupos y laboratorios virtuales de investigación.

En infraestructura:

- Terminar los proyectos de los laboratorios de hidráulica (mecánica de fluidos) y de estructuras y materiales
- Acreditar los laboratorios de estructuras y de la mesa vibradora
- Continuar con la modernización del equipo de los laboratorios.

En gestión administrativa, promoción y comunicación:

- Dentro del marco del 50 Aniversario, afianzar la identidad institucional de modo que contribuya al fortalecimiento de la ingeniería mexicana
- Integrar de manera eficiente y depurar los bancos de datos del II
- Mejorar el desempeño dentro del sistema de calidad.

Agradezco el apoyo y participación de la comunidad del II durante 2005 y los invito a redoblar los esfuerzos para alcanzar, de manera coordinada, las metas establecidas en los programas de trabajo que nos llevarán a la modernización de nuestro Instituto y a ver cristalizada la visión que nos hemos planteado. Los valores institucionales, como son la honestidad en la búsqueda del conocimiento, el compromiso con la formación de los nuevos líderes de la ingeniería, el liderazgo dentro de la ingeniería mexicana, así como la calidad y rigor en sus trabajos de investigación deben ser nuestra guía permanente.

Sergio M Alcocer Martínez de Castro

Reconocimientos

Premio al Mérito Ecológico 2006 para el Sector Académico

Por su destacada labor científica y de desarrollo tecnológico en el campo de la ingeniería ambiental, la doctora Blanca Jiménez Cisneros, investigadora del Instituto de Ingeniería, recibió el *Premio al Mérito Ecológico*



INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

¡PASA LA VOZ!

Comunidad Instituto de Ingeniería, UNAM

EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM



Cumple
50 Años



¡Conoce y participa

en los eventos conmemorativos!

Si fuiste estudiante o miembro del personal académico o administrativo, o bien eres amigo del Instituto, te solicitamos que ingreses tus datos en la siguiente dirección de Internet:

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

Con tu ayuda te invitaremos a nuestros eventos con oportunidad y te enviaremos correspondencia.

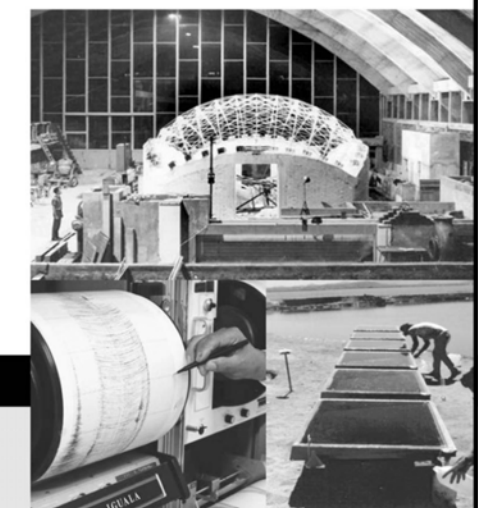
MAYOR INFORMACIÓN:

Secretaría de Promoción y Comunicación

56 23 36 15, 56 23 36 00 ext. 8111
mmr@pumas.ii.unam.mx

Enlace - Comunidad

Ana Beatriz Estrada: 52 12 07 83
AEstradaP@iiingen.unam.mx



¡Únete a las celebraciones!



30 mgDQO soluble/l durante la reacción anaerobia, comparable a sistemas de flujo continuo.

La forma más práctica y económica de aumentar la eficiencia de la fermentación anaerobia de agua residual cruda resultó ser el control de la carga orgánica. La máxima transformación de DQO total a AGV se obtuvo con la carga orgánica de 0.72 kgDQO/kgSST·d, logrando 200 mgDQO/l de AGV, correspondiente al mayor grado de acidificación (55 %) y las menores remociones de DQO total y soluble, 20 y 25 % respectivamente. No existe diferencia significativa en cuanto a la cantidad total producida de AGV para el intervalo de pH experimentado. En cambio, la mayor remoción de DQO total (45 %) y DQO soluble (40 %) se presentó para valores de pH de 6.5 y 7.0, respectivamente. La DQOs y DQOt se remueven sin un efecto aparente por parte de la temperatura. Sin embargo, la transformación de DQO soluble en AGV se duplica de 33 a 66 % al aumentar en 9°C la temperatura.

Noticias

Consejo Interno

Acuerdos enero – abril 2006

REUNIÓN DEL 18 DE ENERO

- El Consejo Interno del Instituto de Ingeniería dio la bienvenida a los nuevos consejeros, Matilde Galván García, representante de los técnicos académicos; Blanca Elena Jiménez Cisneros, representante de los investigadores de la Subdirección de Hidráulica y Ambiental; Manuel Mendoza López, representante de los investigadores de la Subdirección de Estructuras y Jaime Alberto Moreno Pérez, representante de los investigadores de la Subdirección de Electromecánica.
- Se aprobó una solicitud de promoción a ITC.

REUNIÓN DEL 1 DE FEBRERO

- Se acordó por unanimidad recomendar el otorgamiento del Reconocimiento *Sor Juana Inés de la Cruz* a María Teresa Orta Ledesma. El Consejo Interno del Instituto de Ingeniería acordó por unanimidad reconstituir su representación en la Comisión de Técnicos Académicos, a partir de ahora integrada por Matilde Galván García, Víctor Franco y Luis A Álvarez Icaza.

- Se acordó por unanimidad que se exploren posibilidades de conjuntar esfuerzos en materia de bases de datos, en especial con la del SNI.

REUNIÓN DEL 15 DE FEBRERO

- Se acordó que se abra a concurso una plaza de TATA de tiempo completo.
- Se aprobó una solicitud de recontractación por Artículo 51, una de postergación de año sabático y una de recontractación como jubilado docente.

REUNIÓN DEL 1 DE MARZO

- Se informó sobre la solicitud de la Secretaría Administrativa de la UNAM relativa a entregar con 15 días de anticipación las formas únicas que actualicen la situación laboral de los miembros del personal académico que disfruten de cualquier tipo de licencia o comisión, así como los que tengan calidad de interino. De acuerdo con esta solicitud, y tomando en cuenta los tiempos mínimos que lleva la realización de trámites de las diferentes instancias que participan en él (CTIC, 15 días; CD y CI, 1 mes; comunicación II-CTIC, 3 semanas; envío a DGP, 1 semana), los académicos deberán entregar los documentos para sus respectivos trámites con tres meses de anticipación.
- Se aprobó una solicitud de definitividad de un ITA de tiempo completo.

REUNIÓN DEL 15 DE MARZO

- El Consejo Interno del Instituto de Ingeniería acordó por unanimidad que, a partir de esta fecha, los lineamientos para la elaboración de informes de año sabático, de acuerdo con el PASPA-DGAPA, serán los siguientes:
 1. Carta dirigida al Consejo Interno informando la reincorporación
 2. Programa de trabajo presentado al hacer la solicitud
 3. Informe de actividades
 4. Informe sobre los resultados de la investigación
 5. Copia de las publicaciones generadas (en proceso o ya publicadas, según proceda)
 6. Informe del avance de los alumnos supervisados en el periodo
 7. Informe de los cursos impartidos
 8. Otras actividades desarrolladas
- Se aprobó una solicitud de comisión con goce de sueldo, tres solicitudes de recontractación por Artículo 51 y una de definitividad de ITA de tiempo completo.



2006 para el Sector Académico que otorga la SEMARNAT.

Dicho reconocimiento, entregado el pasado 5 de junio, es resultado de la diversa producción académica de Blanca Jiménez que incluye no sólo importantes aportaciones al conocimiento científico, sino también material de divulgación para niños y jóvenes

y para docencia, como su libro *La Contaminación Ambiental en México: Causas, Efectos y Tecnología Apropia*, donde por primera vez pone a disposición de los estudiantes de licenciatura y posgrado de nuestro país un texto completo sobre la materia ilustrado con casos mexicanos.

Las contribuciones científicas y tecnológicas de la doctora Jiménez han tenido repercusión ambiental, social y económica en México; muestra de ello es el proceso que desarrolló para controlar los huevos de helmintos que se está aplicando ya en diez plantas de tratamiento de seis estados de la República, que tratan el 25 % de las aguas residuales del país.

Como parte de la UNAM, la doctora ha colaborado en el desarrollo y fundamentación técnica de ocho normas, una de ellas para el Gobierno de Guatemala y otra para el de Sudáfrica, y ha sido responsable de más de 120 proyectos, casi todos con patrocinio externo a la Universidad, por encargo de dependencias públicas, empresas nacionales o internacionales y organismos académicos. Una parte de estos proyectos ha desembocado en cuatro patentes registradas, y dos desarrollos tecnológicos, todos ellos transferidos con éxito a industrias y empresas privadas.

¡Enhorabuena!

Premio Nacional José Luis Sánchez Bribiesca

El pasado 30 de mayo en la reunión de la Asociación Mexicana de Hidráulica, realizada en el auditorio de la Torre de Ingeniería, se entregó el primer *Premio Nacional José Luis Sánchez Bribiesca*, para reconocer tra-



bajos de investigación en el área de la hidráulica. El Premio fue otorgado a varios miembros del Instituto de Ingeniería, por el trabajo *Modelos numéricos para la simulación del comportamiento de aireadores en vertedores de grandes presas*, cuyos autores son: Martín Salinas, William Vicente, Alejandro Rodríguez y Arturo Palacio, investigadores de la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales, Eliseo Carrizosa de la Coordinación de Hidráulica, Michelle García (estudiante de maestría del doctor Salinas) y Rafael Val de la Facultad de Ingeniería.

¡Felicidades!

Actividades académicas

Dentro del programa del cincuenta aniversario de la fundación del Instituto de Ingeniería, Bozidar Stojadinovic, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de California, en Berkeley, presentó dos conferencias: *Hybrid simulation at nees@berkeley* y *Bridge seismic evaluation using the PEER performance-based evaluation framework*, el 6 y 7 de junio.



En la primera conferencia expuso la simulación híbrida como método para investigar la respuesta de una estructura a una excitación que usa un modelo híbrido. Un modelo híbrido es una combinación de subestructuras consistentemente escaladas (*scaled*), físicas y numéricas, cuya respuesta a



la excitación es interpretada usando leyes de similitud. La Red para Simulación en Ingeniería Sísmica, NEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) pone en práctica el método de simulación híbrido para investigar la respuesta sísmica de estructuras complejas.

El profesor Stojadinovic presentó la teoría detrás del método de simulación híbrida, referenciado a las leyes de similitud que gobiernan el diseño modelo, el cambio de información entre las subestructuras y los métodos para integrar las ecuaciones de movimiento del modelo híbrido. Explicó cómo se practica la simulación híbrida en NEES de Berkeley, usando los programas *OpenSees* y *OpenFresco*. Finalmente, mostró un ejemplo para investigar la respuesta sísmica de una estructura de marcos suspendidos mediante la simulación híbrida.

La segunda conferencia versó sobre la evaluación sísmica de puentes utilizando el método para evaluar marcos según su comportamiento del Centro de Investigación en Ingeniería Sísmica del Pacífico (PEER). Se refirió a desarrollos recientes en diseño y análisis de estructuras bajo carga sísmica que han llevado a un cambio de las estrategias de diseño prescritas en los códigos hacia estrategias probabilísticas basadas en el desempeño.

Los métodos probabilísticos toman en cuenta criterios de aceptación de desempeño bajo niveles de riesgo inciertos. El PEER desarrolló un marco probabilístico para diseño y evaluación con base en el desempeño, con el fin de lograr un enfoque de consistente seguridad para la toma de decisiones. El objetivo es permitir una evaluación totalmente probabilística del problema de ingeniería sísmica según el comportamiento, independientemente del tipo de estructura que esté siendo analizada, mediante la fragmentación del problema en partes más pequeñas y fáciles de caracterizar.

Bozidar Stojadinovic expuso el trabajo sobre evaluación del desempeño sísmico de puentes elevados de autopistas típicos de California.



El profesor Wallace habló sobre los muros de concreto reforzado que usualmente se utilizan para soportar la acción impuesta a edificios por fuerzas sísmicas. Para resistir tales acciones, los muros son proporcionados y detallados típicamente para ceder en flexión y sufrir deformaciones inelásticas a

flexión sin perder su capacidad de carga lateral o axial. Por ello, la capacidad de modelar el comportamiento cíclico de muros estructurales hasta el punto en que pierden su capacidad de carga axial es un aspecto importante en el diseño.

La presentación resumió una investigación reciente en la que modelos relativamente simples son capaces de capturar la fuerza lateral contra la respuesta de deformación de muros de concreto reforzado. Incluyó una comparación en síntesis entre modelos desarrollados para trabajar a flexión, cortante y con interacción suelo-estructura contra resultados experimentales. Para evaluar las fallas por carga axial y cortante, el modelo de fricción desarrollado para columnas es modificado y se usa para establecer la capacidad de los muros de concreto reforzado para apoyar cargas verticales después de la pérdida sustancial de la capacidad de carga lateral. Los resultados obtenidos con los modelos indican que la capacidad de carga axial de los muros de concreto reforzado es muy sensible al nivel de carga axial, así como al detalle proporcionado.

Al final de la presentación enfocó el diseño común y las tendencias de construcción para edificios altos que incorporan muros estructurales de concreto reforzado en California, incluyendo cuestiones de diseño para sistemas resistentes a fuerzas laterales y de gravedad.

Durability assessment of concrete structures using Monte Carlo Simulation es el título de la conferencia que impartió el doctor Paul J Tikalsky director adjunto del Instituto de Transporte de Pennsylvania y profesor de Ingeniería Civil en la Universidad del Estado de

PATROCINADORES

Holcim
APASCO
ITISA

COLABORADOR

anippac

ORGANIZADOR

SMIE
Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.

INFORMES

Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.
Sra. Ana María Nasser Fariás
Camino a Sta. Teresa No. 187
Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan
14010 México, D.F.
Teléfono: (01 55) 56 65 97 84
Fax: (01 55) 55 28 59 75
e-mail: smie1@prodigy.net.mx
página web: www.smie.org.mx

1er Simposio

Edificios y Sistemas de Piso Prefabricado

¿Qué sabemos?
Ventajas y desventajas

1 - 2 de septiembre

ciudad de Querétaro

SMIE
Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.



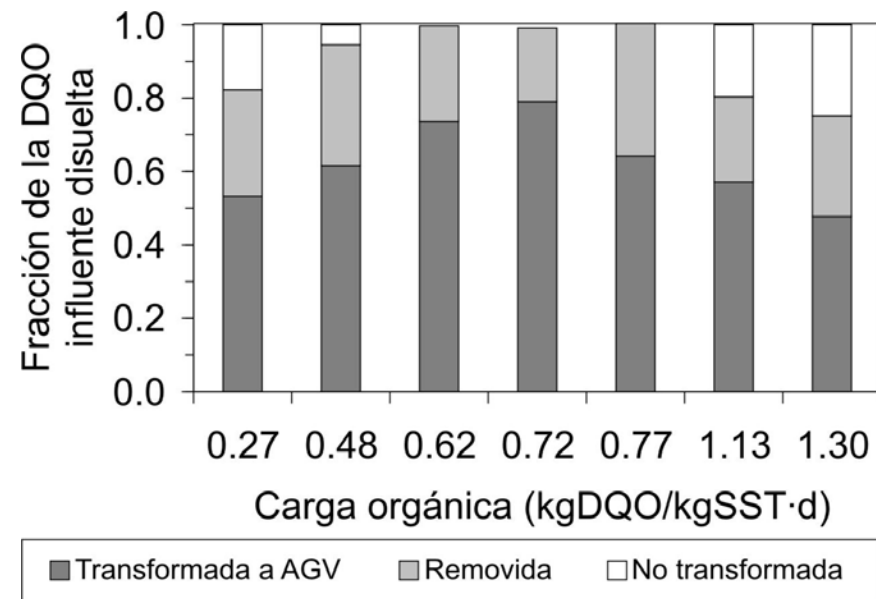


Fig 2. Influencia de la carga orgánica en la fermentación anaerobia

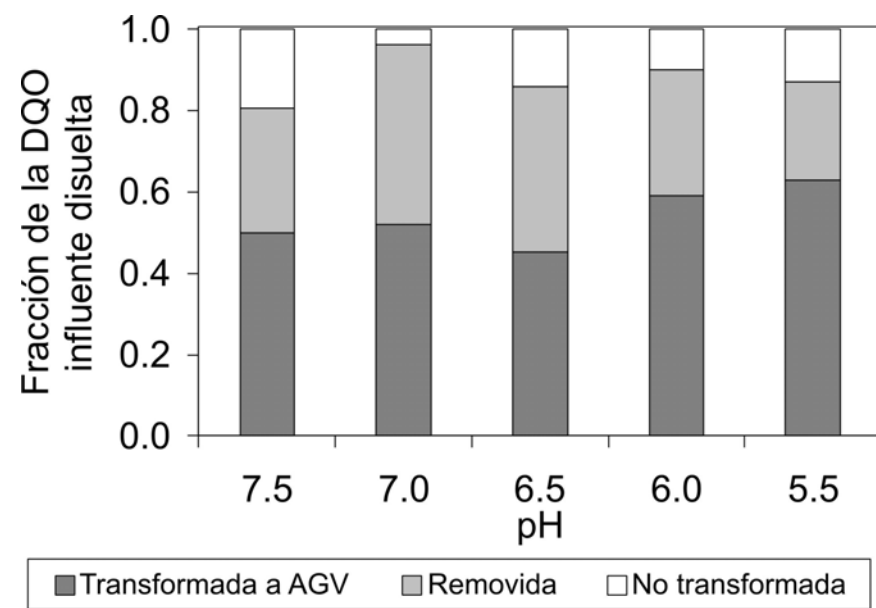


Fig 3. Influencia del pH en la fermentación anaerobia

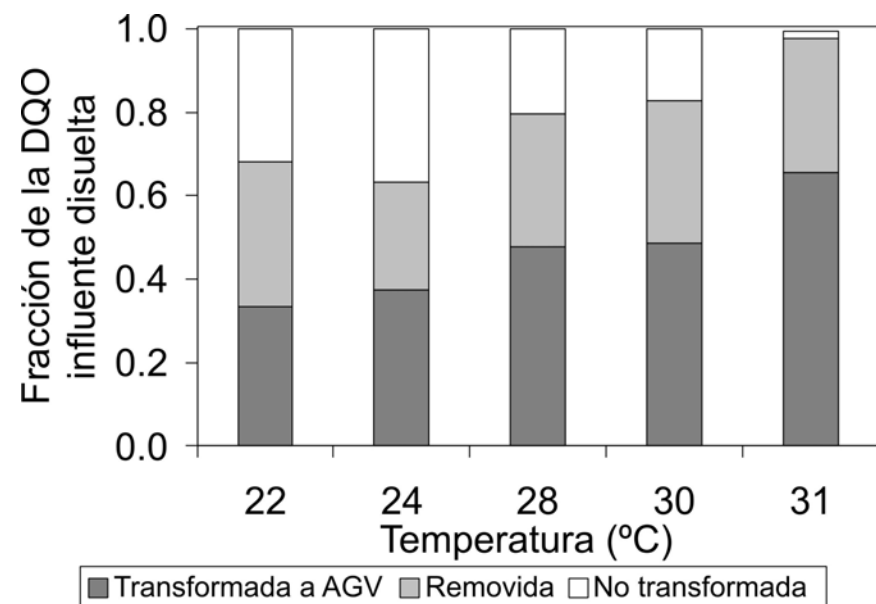


Fig 4. Influencia de la temperatura en la fermentación anaerobia

Pensylvania en University Park, PA. Tikalsky es miembro del Consejo Directivo para el Instituto Americano del Concreto.



El doctor Tikalsky habló sobre la difusión del cloruro en el concreto dijo que es un factor significativo para predecir con mejor confiabilidad la expectativa de vida de una infraestructura. Esta investigación utilizó una simulación basada en el método de evaluación de confiabilidad para la predicción probable de la difusión de cloruro. Los datos fueron recolectados de mediciones *in situ* de penetración de

cloruro en más de 230 muestras de concreto tomadas de tableros de puentes en los Estados Unidos. Los puentes fueron construidos bajo las mismas especificaciones de diseño y construcción durante un período de 13 años y expuestos a sales de deshielo, así como ciclos ambientales normales. En la presentación ilustró mediante histogramas, las variaciones de los coeficientes de difusión y los espesores de recubrimiento de concreto en las muestras consideradas. La investigación usó la simulación de Monte Carlo y los resultados muestran que la iniciación de corrosión de la difusión puede ser retrasada considerablemente usando concretos diseñados con bajos coeficientes de difusión.



El 23 y 24 de mayo se llevó a cabo el **Seminario sobre hidrología e hidrología urbana: Desarrollos recientes, organizado por Leonardo Cisneros del Instituto de Ingeniería, UNAM y en el que participaron** Juan Carlos Bertoni de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; Ximena Vargas de la Universidad de Chile y Nabil Mobayed de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Durante estos dos días se impartieron seis conferencias: *Estudios hidráulicos e hidrológicos para analizar el Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México; Gestión del drenaje e inundaciones en áreas urbanas*



de América Latina: *Enfoques clásico y sustentable; Pronóstico de crecidas en tiempo real; Efecto del cambio climático en el diseño de embalses; Sistema hidrológico distribuido para modelación y pronóstico en zonas urbanas y Medidas innovadoras en la gestión de inundaciones urbanas.* El Seminario tuvo éxito pues los temas que se abordaron son de gran importancia para nuestro país.

Día del desafío

A fin de contrarrestar la inactividad física, el pasado 31 de mayo tuvo lugar el *Día del desafío*. Se invitó a la comunidad universitaria a ejercitar el cuerpo de manera individual o en grupo por lo menos 15 minutos consecutivos a partir de las 00:00 y hasta las 19:00 h.

Actividades de este tipo son necesarias por el alarmante incremento de enfermedades cardiovasculares, sobrepeso, diabetes, hipertensión y depresión, así como de enfermedades sociales como el alcoholismo, la drogadicción o el tabaquismo.



El Instituto de Ingeniería organizó un comité integrado por Leonardo Alcántara Nolasco, Gerardo Castro Parra, Rolando Carrera Méndez, Rosario Delgado Diance, Citlali Pérez Yañez, Juan Manuel Velasco Miranda, Óscar A Rosas Jaimes, Iván López Pineda y Saúl Soberanes Torres, quienes coordinaron las actividades que se muestran en la siguiente tabla.

No	Actividad	H	M	Total
1	Fortalece tu columna	11	10	21
2	Relajación oriental	20	10	30
3	Ejercicio físico de altura	10	8	18
4	Ejercicio físico de altura	13	5	18
5	Caminata	20	12	32
6	Paseo en bicicleta	6	1	7
TOTAL		80	46	126

Es fundamental formar una cultura en torno a la importancia de realizar actividad física durante el día, que repercutirá favorablemente en nuestra salud y bienestar social.

Impacto de proyectos

Efecto de los contaminantes y la composición del medio filtrante en la remoción de olores y en la dinámica microbiana de biofiltros con flujo descendente

La biofiltración de gases es uno de los procesos biotecnológicos más importantes en el tratamiento de los malos olores generados en plantas de tratamiento de agua residual. Este sistema se basa en la interacción del gas contaminado con microorganismos inmovilizados en una biopelícula sobre las partículas de un material de soporte poroso, también llamado medio biológico filtrante o empaque. A medida que el gas pasa a través del material de soporte poroso, el contaminante se transfiere de la fase gaseosa a la biopelícula y es metabolizado por los microorganismos, que transforman al contaminante en compuestos sin olor, producto de la reacción de oxidación que llevan a cabo los microorganismos. Aunque se han realizado estudios de microbiología de varios medios filtrantes, son escasos los datos en cuanto a la identidad y el número de los microorganismos que participan en los procesos de remoción de compuestos gaseosos, y aún más, los relativos a la evolución de las poblaciones microbianas. Iden-

tificar a los microorganismos sin necesidad de aislamiento podría ayudar grandemente para mejorar la operación y el control de instalaciones industriales. Para ello, se pueden utilizar técnicas de biología molecular, las cuales ofrecen una mejor alternativa de identificación en una comunidad microbiana. Una opción adecuada es la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (*polymerase chain reaction*, PCR), la cual se basa en el proceso natural de replicación del ADN dentro de la bacteria, que da como resultado una gran cantidad de copias de secuencias específicas para cada grupo taxonómico microbiano. La sensibilidad de la prueba es muy alta además de ser, por otra parte, una técnica relativamente simple y rápida, potencialmente utilizable como parámetro de control en biofiltros durante arranques o periodos críticos, con apoyo de un laboratorio especializado.



Fig 1 Imagen del grupo de columnas de biofiltración en planta piloto para tratamiento de H₂S.

Para este estudio, se construyó una planta piloto (pequeña escala) constituida por cuatro columnas de biofiltración, donde se analizaron diversos factores que influyen en la operación del sistema: caída de presión, contenido de agua y tipo de material de empaque. Además de conocer mejor estos sistemas se pudo seguir la dinámica de las poblaciones, es decir, cómo se desarrollan, viven y mueren los microorganismos a lo largo de la operación del biofiltro.

El proceso estudiado ya se encuentra en aplicación a escala real en la estación de almacenamiento y bombeo de aguas residuales de la zona de los Geos, en Ciudad Universitaria.

En esta investigación participaron Adalberto Noyola Robles, Juan Manuel Morgan-Sagastume, Nathalie Cabiról y Margarita Cisneros Ortiz, de la Coordinación de Bioprocesos Ambientales. Los patrocinadores de este proyecto son SEP-CONACYT y los resultados de los estudios realizados hasta la fecha se presentaron el pasado mes de mayo en el XV Congreso Nacional de la FEMISCA, en Guadalajara y se publicaron en las memorias del mismo.

el material orgánico en suspensión que de otra forma no podría entrar a la célula.

La meta es la solubilización del material orgánico, y un método para lograrlo es la fermentación anaerobia. Otros métodos consisten en la adición de sustancias ácidas o alcalinas o el acondicionamiento térmico.

Al iniciarse el tratamiento biológico en un tanque fermentador, en poco tiempo se obtienen productos orgánicos de más fácil biodegradación. Los biorreactores posteriores requieren menor tamaño, se reduce la inversión y se aumenta la eficiencia. El beneficio es principalmente para sistemas convencionales que reciben descargas industriales de contaminantes orgánicos complejos y para los sistemas biológicos modificados en que se remueven los nutrientes de los efluentes que se descargan a cuerpos superficiales de agua para evitar el crecimiento de organismos fotosintéticos como el lirio acuático.

El experimento se llevó a cabo en un reactor piloto discontinuo con biomasa en suspensión, con un volumen de 1800 l, ubicado en la planta para tratamiento de

aguas residuales de Ciudad Universitaria, en la UNAM (fig 1). El reactor trabajó durante 154 días con ciclos de ocho horas bajo condiciones anaerobias. En la primera etapa experimental se determinó la mejor eficiencia de fermentación con respecto a las cargas orgánicas aplicadas. En la segunda etapa se aplicó el intervalo seleccionado de carga orgánica para evaluar la eficiencia de la fermentación con respecto a temperatura y pH.

Para el intervalo de carga orgánica comprendido entre 0.6 y 0.7 kgDQO/kgSST·d, más del 75 % de la materia orgánica soluble del influente fue fermentada a ácidos grasos volátiles, el resto fue consumido en el proceso (fig 2). Al reducir el pH de 7.0 a 5.5, el grado de acidificación se incrementó de 50 a 60 %, pero quedó un 15 % del material orgánico soluble sin transformar (fig 3). Con el aumento de temperatura de 22 a 31°C, se logró duplicar la eficiencia de fermentación de 33 a 66 % al no quedar sustrato soluble sin transformar (fig 4). Los ciclos fermentativos con mayor producción de materia orgánica soluble fueron los correspondientes a una carga orgánica de 0.27 kgDQO/kgSST·d, pH de 6.5 y temperatura de 24°C, con incrementos entre 20 y

⇒ 14



Fig 1. Planta piloto en Ciudad Universitaria



y se dice que el organismo está en riesgo. En este estudio se evaluó el riesgo para fauna terrestre por exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares a través de la vía oral, considerando la ingestión de agua, suelo y alimentos (transferencia de contaminantes a través de la cadena alimenticia).

El sitio de estudio se ubicó dentro de un área vegetada (selva baja caducifolia espinosa) de la refinería Francisco I Madero. Se hizo una caracterización de contaminantes en el suelo y agua del sitio de estudio, en la que se determinaron 28 contaminantes (BTEX, 16 hidrocarburos aromáticos polinucleares, y 8 metales). Asimismo, se hizo una caracterización biológica de organismos terrestres, en la que se registraron 14 especies de aves, 8 de mamíferos y 4 de reptiles, así como 10 grupos taxonómicos de invertebrados. Se tomaron muestras de tejido muscular de los ejemplares de fauna, así como muestras de hojas de vegetación y muestras compuestas de invertebrados. En las muestras de la biota, se analizaron los mismos 28 parámetros químicos determinados al suelo. Posteriormente se usaron ecuaciones alométricas con base en el peso corporal para estimar las tasas de ingestión de agua, alimento y suelo, así como para determinar las dosis de referencia oral.

Por otra parte, se calcularon las concentraciones en la biota a través de factores de transferencia que relacionan la concentración del contaminante en la biota con respecto a la concentración del contaminante en el suelo u otro medio de exposición; esto se hizo con el propósito de comparar las concentraciones medidas en tejidos recolectados en el sitio de estudio, con las concentraciones estimadas con ecuaciones de transferencia, y ver su impacto en el valor de CP obtenido. Con la información reunida se aplicaron las ecuaciones para calcular el cociente de peligro.

Los resultados indicaron que en este caso no se tiene riesgo por exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares (en todos los casos $CP < 1$), pero se tiene riesgo por exposición a plomo en tres especies de aves. Con este trabajo se concluye que el método de evaluación a través del CP es metodológicamente adecuado, pero se requiere de información más acertada con respecto a las dosis toxicológicas de referencia, (NOAEL), pesos corporales de las especies silvestres de fauna y factores de transferencia. Asimismo, se aplicó un análisis de sensibilidad que indicó que los factores que tie-

nen mayor efecto en el CP son: 1) la concentración del contaminante en la dieta, 2) los valores toxicológicos de referencia y 3) el peso corporal. Las tasas de ingestión de alimentos, agua y suelo no tienen efecto significativo ($\alpha = 0.05$). Se recomienda usar el método del CP como una fase preliminar para estudios más profundos con las poblaciones y comunidades, así como realizar estudios para obtener valores toxicológicos de referencia considerando: a) especies de vertebrados más cercanos en peso corporal y taxonomía a las especies más comunes en los ecosistemas mexicanos (mamíferos de entre 1 y 10 kg de peso y aves de pesos entre 0.05 y 0.1 kg), b) los contaminantes más frecuentes en los sitios contaminados por la industria petrolera, c) el envejecimiento de los contaminantes en el suelo y d) la capacidad de adaptación de las especies.

Identificar las variables que intervienen en las ecuaciones para aplicar el método del CP, así como las incertidumbres asociadas, y posibles especies indicadoras es un beneficio tangible para la investigación en este tema.

Este trabajo —desarrollado por las doctoras Rosa María Flores Serrano y Rosario Iturbe Argüelles, de la Coordinación de Ingeniería Ambiental— es un precedente en México en la aplicación de esta herramienta, que en la actualidad se usa internacionalmente para establecer niveles de limpieza.

Fermentación anaerobia como pretratamiento biológico de aguas residuales

Evaluar la capacidad de transformar los contaminantes contenidos en las aguas residuales municipales utilizando procesos fermentativos con microorganismos bajo condiciones anaerobias es el objetivo general de la investigación que desarrollaron Óscar González Barceló y Simón González Martínez, con patrocinio de CONACYT.

Un método exitoso y económico para el tratamiento posterior de las aguas residuales en sistemas convencionales es la solubilización del material orgánico contenido en el agua residual produciendo ácidos orgánicos volátiles en un reactor anaerobio. En la fermentación, los microorganismos obtienen su energía de las mismas sustancias orgánicas contaminantes, al transformarlas en ácidos orgánicos volátiles. En forma paralela excretan enzimas que fragmentan (solubilizan)

Operación eficiente de plantas de tratamiento de aguas urbanas

Con el patrocinio de la Unión Europea, el Instituto de Ingeniería desarrolla el proyecto titulado *Operación eficiente de plantas de tratamiento de aguas urbanas*. Por la parte europea colaboran la Université Catholique de Louvain (Bélgica), el Institut National pour la Recherche Agronomique de Narbonne (Francia), la Université de Technologie de Compiègne (Francia), el Politecnico di Milano (Italia) y SPES (Italia). Por Latinoamérica participan la Universidad de la República Oriental del Uruguay, las Coordinaciones de Bioprocesos Ambientales y de Automatización del II UNAM e IBtech México. El objetivo es diseñar un sistema de monitoreo y control de bajo costo, modular, robusto y confiable, para el tratamiento biológico de aguas residuales que pueden contener compuestos tóxicos.

En el caso de la UNAM, se ha trabajado un proceso biológico aerobio automatizado para tratar aguas que contienen compuestos inhibitorios, como las que se generan en la industria química y petroquímica. El proceso desarrollado degrada los contaminantes con la mayor velocidad de degradación que pueden alcanzar los microorganismos, funciona en lotes y es controlado por oxígeno disuelto a través del cual se estima la concentración de los contaminantes (fig 1).

La idea es que, por medio del algoritmo de control, se dosifique al tanque sólo la cantidad necesaria de microorganismos para mantener la velocidad de degradación al máximo y evitar la inhibición de las bacterias. El proceso ha sido probado satisfactoriamente en laboratorio con resultados muy alentadores, pues se ha observado que los microorganismos degradan eficientemente altas concentraciones de aguas tóxicas (por ejemplo 11000 mg/l de fenoles). Adicionalmente, la tecnología se escaló a nivel prototipo industrial (1 m³) y se ha operado con aguas residuales contaminadas con fenoles. La eliminación de compuestos fenólicos supera el 99.9 % y el 90 % como materia orgánica. Un dato adicional de suma importancia es que la toxicidad inicial del agua se elimina. Desde el punto de vista microbiológico se han conducido estudios utilizando herramientas de biología molecular para entender mejor la dinámica de las poblaciones microbianas presentes en el reactor. Como productos académicos, se generaron artículos en revistas internacionales, presentacio-

nes en congresos y se sometió para registro una patente de la tecnología desarrollada.

En este trabajo colaboraron los investigadores Germán Buitrón Méndez, Jaime Moreno Pérez, Alejandro Vargas Casillas, y Cristina Verde Rodarte, los técnicos académicos Gloria Moreno Rodríguez, Jaime Pérez Trevilla, y Elia Velazquez Mejía, el becario de postdoctorado Wilverth Villatoro Monzón, los becarios de doctorado Iván Moreno Andrade, Manuel Betancur Betancur, y Dieter Wimberger, y los becarios de maestría José Antonio Linares García y Leonardo Jiménez Bautista.



Fig 1. Reactor piloto de laboratorio a escala industrial utilizado para degradar aguas residuales de la industria

Generación de energía eléctrica para el alumbrado de algunas calles de Ciudad Universitaria por medio de la gasificación de residuos biomásicos

La Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales del Instituto de Ingeniería ha estudiado el fenómeno de gasificación desde hace seis años, con el objeto de desarrollar e implementar un sistema de gasificación que utilice los desechos biomásicos generados en la Ciudad Universitaria (ramas, hojas, pasto, basura orgánica seleccionada y árboles muertos, entre otros) para la generación de energía eléctrica que pueda ser utilizada en algunas vialidades de Ciudad Universitaria. Además de disponer de una instalación que coadyuve en el largo plazo a las investigaciones de aprovechamiento de residuos biomásicos, industriales y municipales para la generación de energía eléctrica, cogeneración o trigeneración, así como la producción de hidrógeno proveniente de residuos renovables.

El Instituto de Ingeniería ha desarrollado un gasificador experimental para determinar los principales



parámetros de formación del gas de síntesis (gas compuesto principalmente por monóxido de carbono e hidrógeno), así como para obtener parámetros de diseño de nuevos gasificadores que utilicen mezclas de combustibles no convencionales.

La técnica utilizada en este proyecto consiste en que el gasificador con flujos concurrentes de lecho móvil de biomasa y el gas producido se mueven hacia abajo en flujos paralelos (30 % de CO y 18 % de H₂). La biomasa es parcialmente quemada, y el producto de esta combustión parcial pasa a través de una capa caliente donde el gas se enfría debido a la reacción endotérmica de gasificación. Mientras la temperatura en la zona de combustión generalmente es de 900 a 1200°C, la temperatura del gas de síntesis que sale del gasificador se mantiene entre 300-500°C. Aunque este gas contiene niveles significativamente menores de aceites y alquitrán, requiere de limpieza de gases para retirar las partículas sólidas y el aceite remanente.



Gasificador que opera con biomasa para generar energía eléctrica

Gracias a los resultados experimentales, los investigadores han propuesto modificaciones a los actuales modelos matemáticos de gasificación y han implementado nuevos desarrollos tecnológicos para el aprovechamiento de los combustibles de desecho estudiados. Además, en una segunda etapa se adaptará dicha tecnología a la producción de hidrógeno para su incorporación a las celdas de combustible.

Es importante señalar que la instalación de gasificación es la única en el país donde se puede estudiar el aprovechamiento de residuos forestales, agrícolas y municipales de manera sustentable. Estos estudios sirven para desarrollar normas y políticas de utilización de bioenergéticos, así como para planear la recuperación y disposición de desechos.

Este proyecto es interdisciplinario, y en él participan: de la Facultad de Ciencias, Zenón Cano Santana, José Luis Castillo López y Sonia María Juárez Orozco; del II UNAM, Javier Aguillón, jefe del proyecto, Alejandro Rogel Ramírez y Benjamín Gamiño Calvillo, estudiantes de doctorado; Sergio Velasco Olvera, Abraham Barajas Ocaña, Jessica Ivonne Villanueva Aguilera y Jorge Riveros Gilardi, estudiantes de licenciatura; Dulce María Guadarrama López, Mario Barrera Galván y Alfonso Soriano Martínez, que realizan su servicio social; y Daniel Erro Ripa, estudiante de intercambio internacional para estancia de titulación por seis meses, de la Universidad Pública de Navarra, España.

Potabilización de una fuente no convencional mediante membranas y desinfección con UV y/o cloro

El agua que sirve para consumo humano en el valle de Tula proviene de un acuífero formado por la recarga artificial de las aguas negras de la ciudad de México que se emplean para riego. Por ello, y a pesar de que en general cumple con la norma de agua potable, se han encontrado diversos compuestos sintéticos de tipo orgánico en bajas concentraciones, pero algunos de ellos con efectos dañinos para la salud. Con el fin de intentar removerlos del agua antes de que ésta sea usada, se han probado diversas membranas de nanofiltración accesibles en el mercado, en algunos casos con resultados aceptables por la complejidad de los compuestos. Para proteger adecuadamente a la población, se recomienda asegurar la calidad del agua utilizando una membrana especial de bajo costo.

Una vez realizada la nanofiltración se procede a la desinfección. Algunos estudios muestran que al emplear 2 mg/l de ácido peracético se cumple con la NOM-127-SSA1-1994, mientras que al emplear luz ultravioleta se requieren dosis de hasta 24 mW·s/cm². Sin embargo, en ambos casos hay que adicionar un desinfectante residual para evitar el recrecimiento o recontaminación durante la distribución del agua. Por su parte, la desinfección con cloro mostró que dosis ligeramente mayores de 1 mg/l permiten cumplir con lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994, aun cuando estas dosis pueden generar trihalometanos debido al contenido de materia orgánica del agua. En este sentido, el potencial de formación de trihalometanos fue mayor que el límite establecido por la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de EUA) pero menor que el límite de la propia NOM. Finalmente, el empleo de nanofiltración permitió remover en su totalidad las bacterias presentes en el agua, además de reducir el contenido de materia orgánica y por ende el potencial de formación de trihalometanos, requiriendo dosis de cloro hasta 50 % menores que para el agua cruda.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de toxicidad, el agua de manantial cruda, filtrada y clorada no presenta mutagenicidad en función de la prueba de toxicidad AMES ya que los valores encontrados fueron menores que los mínimos considerados como positivos en las cepas manejadas. En contraste, las pruebas realizadas con el ciliado *Tetrahymena pyriformis* mostraron cierta inhibición de estos microorganismos, ya que de cada prueba realizada se observó que dos microorganismos de los diez expuestos son afectados conforme se incrementa el tiempo de exposición.

Participaron en el proyecto Blanca Jiménez Cisneros, José Antonio Barrios, Catalina Maya, José Elías Becerril, Alma Chávez, Andrés Aguilar y Judith Trujillo Machado integrantes del Grupo Tratamiento y Reúso del II UNAM. Por la Facultad de Química colaboraron Victor Luna Pabello y Lourdes Patricia Castro Ortiz.

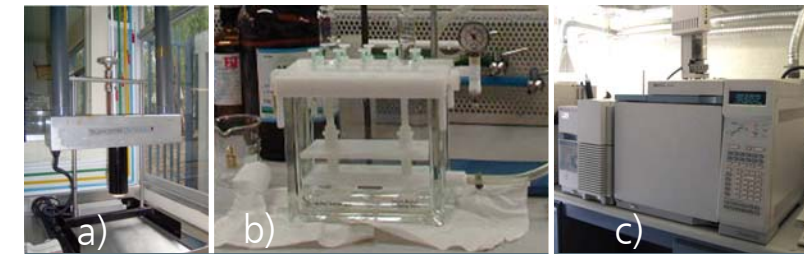


Manantial Cerro Colorado, Valle de Tula, Hidalgo



Muestreo para las pruebas de nanofiltración. Muestras de 240 l en 12 garrafones de 20 l

Muestreo para la caracterización del agua del manantial



a) Equipo para desinfección con UV
b) Extracción en fase sólida (SPE, Solid phase extraction) de compuestos orgánicos
c) Determinación de compuestos orgánicos con un cromatógrafo de gases (Agilent 6890N) acoplado a un detector selectivo de masas (Agilent 5973N)

Evaluación de riesgo ecológico en un sitio contaminado con hidrocarburos en México

Pese a que las leyes en materia ambiental han establecido desde su creación la obligatoriedad de limpiar o restaurar sitios contaminados, hasta 2002 no existía ninguna Norma Oficial Mexicana que estableciera cuándo está un sitio contaminado y a qué niveles remediarlo, lo cual ha generado problemas entre la autoridad y los contaminadores. Esto ha propiciado que, para resolver algunos casos, se apliquen evaluaciones de riesgo a la salud humana para establecer concentraciones de remediación en un sitio específico, a través de guías internacionales como las publicadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés). Sin embargo, hasta ahora no se ha abordado el tema de la protección de los organismos no humanos, que es el objetivo de las evaluaciones de riesgo ecológico, de manera que no hay experiencias mexicanas que permitan establecer criterios para realizar este tipo de evaluaciones.

El método del Cociente de Peligro (CP) consiste en dividir la dosis de exposición entre una dosis toxicológica de referencia (denominada NOAEL por sus siglas en inglés). Si CP > 1 se dice que es posible que se desarrollen los efectos adversos asociados con la sustancia tóxica,