



Reunión  
**Informativa**  
Anual  
**2010**

**Resúmenes**  
de **Ponencias**

14 y 15 de Febrero del 2011



**REUNIÓN INFORMATIVA ANUAL  
INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES  
14 Y 15 DE FEBRERO DE 2011  
AUDITORIO JOSÉ LUIS SÁNCHEZ BRIBIESCA, TORRE DE INGENIERÍA, C.U.**

DÍA 1: LUNES 14 DE FEBRERO

HORA	ÁREA	TÍTULO	PONENTE
9:00-9:15		<b>BIENVENIDA POR EL DIRECTOR DR. ADALBERTO NOYOLA ROBLES</b>	
9:15-9:30	Hidráulica y Ambiental	DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA	Dr. William Vicente y Rodríguez
9:30-9:45	Electromecánica	SISTEMA DE VIDEO IP DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA	Ing. Araceli Martínez Lorenzana
9:45-10:00	Hidráulica y Ambiental	IDENTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y POSIBLES DAÑOS CELULARES EN HELICOBACTER PYLORI POR ACCIÓN DEL CLORO Y EL OZONO EN AGUA POTABLE	Dra. Ma. Teresa Orta Ledesma
10:00-10:15	Electromecánica	PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA MODAL EL ROSARIO	Dra. Florencia Serranía Soto
10:15-10:30	Estructuras y Geotecnia	ANOMALÍAS GEOTÉCNICAS EN EL VALLE DE MÉXICO	M. en I. Edgar Méndez Sánchez
10:30-10:45	Hidráulica y Ambiental	EFFECTOS DE ROTURA DEL OLEAJE SOBRE EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA MORFOLOGÍA DE PLAYAS	Dr. Adrián Pedrozo Acuña
10:45-11:00	Estructuras y Geotecnia	EL SISMO DE MEXICALI DE ABRIL 4 DE 2010: ASPECTOS ESTRUCTURALES	M. en I. Jorge A. Ávila Rodríguez
<b>RECESO</b>			
11:30-11:45	Estructuras y Geotecnia	ESTUDIO EXPERIMENTAL DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA Y SU RELACIÓN DE ASPECTO	Dr. Juan José Pérez Gavilán Escalante
11:45-12:00	Hidráulica y Ambiental	SÍNTESIS DE ZEOLITAS A PARTIR DE JALES DE COBRE PARA LA REMOCIÓN DE METALES Y AMONIO PRESENTES EN AGUA	Dra. Rosa Ma. Ramírez Zamora
12:00-12:15	Electromecánica	ESTUDIO INTEGRAL PARA DESARROLLAR UN ÍNDICE DE CALIDAD ÓSEA EN VARONES MEXICANOS	Dra. Margarita Navarrete Montesinos
12:15-12:30	Estructuras y Geotecnia	INTERACCIÓN ENTRE EL VIENTO Y EL MUSEO SOUMAYA	Prof. Neftalí Rodríguez Cuevas
12:30-12:45	Hidráulica y Ambiental	DINÁMICA POBLACIONAL DE BACTERIAS QUE LLEVAN A CABO LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON MEMBRANAS Y LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS	Dr. Iván Moreno Andrade
12:45-13:00	Electromecánica	FILTROS SOLARES	M. en C. Rafael Almanza Salgado
13:00-13:15	Hidráulica y Ambiental	INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS SOBRE EL TAPONAMIENTO DE UNA MEMBRANA SUMERGIDA EN LA ZONA SUPERIOR DE UN REACTOR UASB	Dr. Adalberto Noyola Robles
<b>RECESO</b>			
13:30-14:00	Subdirección de Electromecánica	CONTROL DEL FLUJO DE POTENCIA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS	Dr. César Ángeles Camacho y Dr. Claudio R. Fuerte Esquivel

COMIDA			
16:00-16:15	Estructuras y Geotecnia	ESTIMACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES MIDIENDO RUIDO AMBIENTAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE CAMPOS DIFUSOS	Dra. Martha Ma. Suárez López
16:15-16:30	Electromecánica	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y NICHOS DE OPORTUNIDAD-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	M. en I. Eugenio M. López Ortega
16:30-16:45	Estructuras y Geotecnia	SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN GRANITE EN EL VIADUCTO BICENTENARIO DURANTE LAS PRUEBAS DE CARGA	Ing. Juan Manuel Velasco Miranda
16:45-17:15	Subdirección de Hidráulica y Ambiental	TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA COSTAS SEGURAS EN UN CLIMA QUE ESTÁ CAMBIANDO	Dr. Rodolfo Silva Casarín
DÍA 2: MARTES 15 DE FEBRERO			
HORA	ÁREA	TÍTULO	PONENTE
09:00-09:15	Estructuras y Geotecnia	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO SÍSMICO DEL EDIFICIO CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO TLATELOLCO	Ing. Mauricio Ayala Hernández
09:15-09:30	Hidráulica y Ambiental	ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE LOS HUMEDALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA	M. en I. Guadalupe E. Fuentes Mariles
09:30-09:45	Electromecánica	INSTALACIÓN EXPERIMENTAL PARA ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETE EN TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	Ing. Eduardo A. Rodal Canales
09:45-10:00	Estructuras y Geotecnia	EVALUACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS INCOHERENTES EN EL VIADUCTO ELEVADO DE LA LÍNEA 12 DEL METRO	Dr. Eduardo Botero Jaramillo
RECESO			
10:15-10:30	Hidráulica y Ambiental	CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA COSTA DE YUCATÁN	Dr. Ernesto T. Mendoza Ponce
10:30-10:45	Electromecánica	SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO AUTOMATIZADO SUSTENTABLE	Dra. Angélica del R. Lozano Cuevas
10:45-11:00	Hidráulica y Ambiental	PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE VINAZAS DE LA INDUSTRIA TEQUILERA	Dr. Germán Buitrón Méndez
11:00-11:15	Estructuras y Geotecnia	PARTICIÓN DE LA ENERGÍA ENTRE ONDAS ELÁSTICAS PARA CARGAS DINÁMICAS EN LA SUPERFICIE DE UN SÓLIDO SEMI-INFINITO	Dr. Francisco J. Sánchez Sesma
RECESO			
11:30-12:00	Subdirección de Estructuras y Geotecnia	SISTEMA DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS, CONTROL DE RECURSOS Y ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL FONDO DE DESASTRES NATURALES (FONDEN)	Dr. Eduardo Reinoso Angulo
12:00-12:30	Premiación Presentación, Patentes y Tesis		
RECESO			
13:00-14:00	INFORME DE ACTIVIDADES DR. ADALBERTO NOYOLA ROBLES		

## DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA

09:15 – 09:30 H

DR. WILLIAM VICENTE Y RODRÍGUEZ

En el presente trabajo, se muestran varias aplicaciones de la dinámica de fluidos computacional en diferentes campos de la ingeniería que se desarrollan en la Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales:

- **Bioingeniería.-** Transporte de alimentos en el esófago humano, con el fin de identificar y estudiar problemas relativos a la ingestión de alimentos.
- **Transferencia de calor.-** Diseño y estudio de intercambiadores de calor, con y sin aletas. El propósito principal es aprovechar la energía residual de los gases de combustión en calderas industriales.
- **Hidráulica.-** Estudio del flujo en ríos y canales, aplicado específicamente al comportamiento de los ríos del estado de Tabasco.
- **Viviendas.-** Estudio de la transferencia de calor y flujo de aire en el diseño de viviendas, con el fin de utilizar energías alternas en su uso.
- **Turbulencia.-** Generación de vórtices y su efecto sobre las vibraciones mecánicas.

## SISTEMA DE VIDEO IP DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

09:30 – 09:45 H

ING. ARACELI MARTÍNEZ LORENZANA

A raíz de una tendencia creciente en eventos de seguridad y siendo la Secretaría Administrativa la responsable de la seguridad física del personal e instalaciones del Instituto, en el año 2009 solicita a una empresa privada un diagnóstico de seguridad física para el conjunto de edificios del Instituto, con la cual pretende revertir la predisposición a este tipo de sucesos.

Dentro de los resultados de este estudio y en particular en lo que respecta a los sistemas de seguridad implementados en el Instituto, las recomendaciones primordiales fueron reforzar los mecanismos de control de activos y controles de acceso (peatonal y vehicular), considerar un mayor despliegue de cámaras para monitorear la seguridad en espacios abiertos, así como, designar un área específica para el control y monitoreo de estos sistemas.

Con lo anterior y debido a que un par de años atrás personal de la Coordinación de Sistemas de Cómputo realizó un trabajo de investigación sobre sistemas digitales video IP, se invitó a personal de la Coordinación de Sistemas de Cómputo a participar en sesiones de la Comisión Local de Seguridad del Instituto para dar continuidad a este proyecto.

El proyecto de Video IP consta de 3 fases, considerando como fase cero la infraestructura de seguridad y video IP diseñada e instalada en el edificio 18 de la Subdirección de Electromecánica y Cómputo y en las instalaciones de LIPATA en Juriquilla Querétaro.

## IDENTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y POSIBLES DAÑOS CELULARES EN HELICOBACTER PYLORI POR ACCIÓN DEL CLORO Y EL OZONO EN AGUA POTABLE

09:45 – 10:00 H

DRA. MA. TERESA ORTA LEDESMA

*Helicobacter pylori* es una bacteria asociada a gastritis crónica y adenocarcinoma y se estima que más de la mitad de la población mundial está infectada. Por métodos moleculares se ha detectado la presencia de *H. pylori* en agua superficial (Cutzamala), agua residual tratada usada para riego (Xochimilco), y agua residual sin tratamiento (Gran Canal/Río de los Remedios); lo que sugiere que el agua usada para consumo humano y riego ser vehículo importante de transmisión (Mazari, 2001). De lo anterior se deriva la relevancia de buscar alternativas eficaces en los procesos de tratamiento de agua potable y de reuso. *H. pylori* ha mostrado resistencia a los niveles habituales de cloro, por lo que la bacteria puede permanecer viable el tiempo suficiente para llegar a la población. El tratamiento con ozono es una tecnología factible de desinfección para la inactivación de éste microorganismo, debido a los mecanismo de acción a nivel celular.

En éste contexto, el proyecto incluye la determinación de posibles alteraciones en el DNA de *H. pylori* después de la exposición al ozono y cloro aplicando la técnica de PCR el tiempo real. Además de examinar daños en la pared celular mediante microscopía electrónica, así como la evaluación de la formación de subproductos derivados de la desinfección. Durante el primer año de esta investigación, se llevaron a cabo ensayos de desinfección utilizando una suspensión bacteriana en una muestra sintética (solución isotónica). Sin embargo la bacteria cambia de una forma bacilar a una forma cocoide al ser expuesta a una matriz ambiental (agua), como resistencia al cambio de ambiente. Esto ha llevado a cambiar de estrategia y realizar diferentes ensayos de desinfección utilizando cloro y ozono con formas cocoides, aún más resistentes que las formas bacilares. En el segundo año, la investigación se enfocará a trabajar con la formas cocoides y aplicar otras dosis de desinfectante o mayores tiempos de exposición. Cabe hacer mención que no hay publicaciones en el tema, específicamente la aplicación del ozono para eliminar formas cocoides en agua potable.

## PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA MODAL EL ROSARIO

10:00 – 10:15 H

DRA. FLORENCIA SERRANÍA SOTO

Un centro de Transferencia Modal de Transporte Público es el punto de interconexión entre los distintos medios de Transporte. Dentro de las grandes ciudades que cuentan con sistemas de transportación masiva, esta infraestructura urbana es fundamental para ofrecer al usuario una conexión eficiente entre sus tramos de viaje. Estos puntos de interconexión, conforman una verdadera red de transporte que ofrece a los ciudadanos, la movilidad urbana, suburbana y de lejanía.

La Ciudad de México cuenta con uno de los sistemas de transporte masivo más importantes del mundo y sin embargo no cuenta con Estaciones o Centros de Transferencia. Dicha carencia, ha sido la principal causa de la anarquía que actualmente prevalece en el transporte público, debido a que, al no existir puntos de conexión, los medios de transporte se han convertido en una suma de vehículos más que en una red integrada de transporte.

A principios del 2007, se inicia el proyecto del primer Centro de Transferencia Modal en la terminal de la Línea B del Metro, Ciudad Azteca, con una capacidad de transferencia de 130 mil usuarios diarios, construido totalmente con capital privado con una inversión inicial de 800 millones de pesos, que deberá tener como retorno de la inversión, la venta de espacios comerciales dentro de la estación. Para llevar a cabo el proyecto fue necesario cumplir los siguientes objetivos:

- a) Que el número de usuarios en la interconexión fuera atractivo para los inversionistas.
- b) Que el recorrido de los usuarios garantizara la venta de los espacios comerciales.
- c) Que la infraestructura (arquitectura) de transferencia garantizara la eficiencia y seguridad en el traslado de los usuarios.

Los retos a vencer:

- a) La transferencia en la Ciudad de México se realiza de un medio masivo (Metro) a un medio de baja capacidad (microbuses).
- b) El transporte de baja capacidad está conformado por hombre-camión que no cumple con ninguna regla de operación.
- c) El tamaño de la infraestructura lo marca el espacio de terreno existente en cada desarrollo inmobiliario.
- d) Garantizar la seguridad del usuario mediante de la conformación de flujos peatonales controlados y dosificados dependientes de tiempos bajos de desalojo, número de vehículos disponibles y tiempos regulados de estancia dentro de la estación.

Los objetivos a cumplir y los retos a vencer han sido los mismos para Ciudad Azteca como para El Rosario.

La solución para ambos ha sido basada en el diseño de un plan de autoprotección como motor de la movilidad dentro de la estación que garantizará la seguridad de los usuarios. El plan tiene como premisa básica la movilidad del usuario y no de los vehículos. Este enfoque permitió la creación de un sistema tecnológico denominado “Smart Passenger”, que controla y regula la operación del transporte concesionado de baja capacidad. El sistema se encuentra operando desde principios del 2010 en Ciudad Azteca e iniciará operación en El Rosario a finales del 2012. El Centro de Transferencia El Rosario, terminal de la línea 6 y 7 del Metro, tiene una capacidad de transferencia de 160 mil usuarios diarios. La inversión del Centro de Transferencia El Rosario está por encima de los 1,000 millones de pesos.

El desarrollo de esta nueva línea de Ingeniería de Transporte ha permitido la creación de un desarrollo tecnológico, la creación de nuevos proveedores nacionales de tecnología, la formación de especialistas en una nueva área de la Ingeniería y la vinculación con Universidades, entre ellas el Instituto de Ingeniería, el Tecnológico de Ecatepec, el “Institute of Transport and Development Policies”, “MIT” y “Ann Arbor University” en Michigan. Ciudad Azteca recibió en el 2010 un premio como el mejor proyecto inmobiliario y ha recibido otras distinciones.

En la cartera de proyectos la Ciudad de México se encuentran otros 21 Centros de Transferencia Modal para ser construidos.

## ANOMALÍAS GEOTÉCNICAS EN EL VALLE DE MÉXICO

10:15 – 10:30 H

M. EN I. EDGAR MÉNDEZ SÁNCHEZ

El presente trabajo ofrece un panorama general acerca de los avances hasta ahora logrados en la caracterización geotécnica de numerosos sitios y sub-zonas que presentan características particulares no consideradas en la zonificación geotécnica vigente del Distrito Federal.

La división en tres zonas (Lago, Transición, Lomas) se ha conservado en la reglamentación a través de los años por las grandes ventajas que presenta su sencillez para los ingenieros. Sin embargo, se sabe que en el subsuelo del Valle de México existen, dentro de los extensos depósitos lacustres y aluvio-lacustres, numerosas sub-zonas y sitios particulares en los que la estratigrafía local difiere significativamente de la considerada como típica.

Una anomalía se define como una irregularidad presente en algún medio homogéneo. En consecuencia, una anomalía geotécnica es la que ostenta una discordancia estratigráfica que puede ser de origen geológico, geomorfológico o antropogénico. La presencia de

anomalías ha sido causa de múltiples problemas de comportamiento de cimentaciones que por ende ocasionan daños estructurales en las edificaciones. Como ejemplos, se pueden mencionar los casos de la Catedral Metropolitana, el Centro Cultural Universitario Tlatelolco (antiguo edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores) y la iglesia de Mexicaltzingo, asentados sobre restos de construcciones prehispánicas.

El conocimiento de la ubicación y geometría de las anomalías geotécnicas que existen en el contexto de la zonificación geotécnica es de gran relevancia para los diseñadores y constructores porque les permite anticipar los problemas que pueden llegar a presentarse durante la vida útil de las edificaciones ubicadas en tales sitios; también proporciona elementos de juicio para entender las posibles causas del mal comportamiento de estructuras antiguas y recientes.

## EFFECTOS DE ROTURA DEL OLEAJE SOBRE EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA MORFOLOGÍA DE PLAYAS

10:30 – 10:45 H

DR. ADRIÁN PEDROZO ACUÑA

En años recientes, dentro del campo de la ingeniería costera, existe la tendencia mundial de diseñar soluciones que trabajen en conjunto con los procesos físicos que se observan en la costa. El manejo sustentable de las zonas costeras requiere, sin lugar a dudas, de un mejor entendimiento de los procesos regionales que ocurren en ella. Este mejoramiento tiene su base, en la identificación de mecanismos fundamentales involucrados en la dinámica litoral y los procesos asociados al transporte de sedimentos.

Resulta evidente, que a través de una mejor comprensión de la dinámica del material en la playa, se abre la puerta a una mejor gestión de los recursos en zonas costeras. Las decisiones sustentadas en la comprensión de los fenómenos físicos, permiten la reducción de riesgos a la población y daños a infraestructura asociados a la dinámica marina (ej. erosión e inundación).

La zona de la playa donde rompen las olas, representa la región en donde ocurren los cambios morfológicos más importantes. Por lo tanto, es clara la importancia de tener un mejor conocimiento de la cinemática del oleaje en condiciones de rotura. Sin embargo, a nivel internacional diversos investigadores han reconocido que esta no es una tarea fácil, la determinación de las velocidades en la zona de rompientes representa uno de los problemas más complejos dentro del campo de la ingeniería costera. Es por ello que la comprensión y descripción de los flujos en esta zona, sigue siendo un tema totalmente abierto.

Esta presentación presentará los resultados de un proyecto, abocado a investigar y cuantificar el campo de velocidades asociado a oleaje en rotura (energética) por



medio de una metodología integral, que comprende la realización de experimentos de laboratorio en el canal de oleaje del Instituto de Ingeniería y la comparación de las mediciones con resultados de un modelo numérico de alta resolución (que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes con promedio de Reynolds).

Se hace notar que no existen en la literatura estudios que se aboquen al diagnóstico y evaluación del balance de los procesos físicos durante la rotura a este nivel de detalle. Por lo que la investigación que será presentada contribuye en esta dirección al enriquecimiento del estado del arte.

## EL SISMO DE MEXICALI DE ABRIL 4 DE 2010: ASPECTOS ESTRUCTURALES 10:45 – 11:00 H

M. EN I. JORGE A. ÁVILA RODRÍGUEZ

Para fines de identificar los efectos causados por el sismo del 4 de abril de 2010, de magnitud 7.2, un grupo conformado por siete investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM, realizó un viaje a Mexicali para evaluar los daños causados a edificios, puentes y carreteras por el sismo de magnitud 7.2 que cimbró a la ciudad de Mexicali y al valle de Mexicali. Se cubrieron los campos de las ingenierías estructural, geotécnica y sísmica. En esta presentación sólo se muestran los principales daños estructurales.

El equipo universitario fue integrado por Jorge Ávila Rodríguez, José Alberto Escobar Sánchez, Manuel Jesús Mendoza López, David Murià Vila, Miguel Rodríguez González, Mario Emilio Rodríguez Rodríguez y Abraham Roberto Sánchez Ramírez.

Se hicieron observaciones directas y mediciones con equipos portátiles, se pudo realizar un análisis en campo y después emitir un diagnóstico. Lo anterior permitirá preparar un informe técnico para compartir con la comunidad ingenieril.

## ESTUDIO EXPERIMENTAL DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA Y SU RELACIÓN DE ASPECTO 11:30 – 11:45 H

DR. JUAN JOSÉ PÉREZ GAVILÁN ESCALANTE

Se presentan algunos de los resultados de una serie experimental de siete muros de mampostería confinada con relaciones de aspecto H/L entre 0.26 y 2.2. Se estudia el comportamiento no lineal de los muros mediante la degradación de la rigidez, el efecto de la carga axial en la rigidez lateral y la variación de la resistencia con la relación de aspecto. Se hace una propuesta para incluir la relación de aspecto en el cálculo de la resistencia a corte de los muros.

## SÍNTESIS DE ZEOLITAS A PARTIR DE JALES DE COBRE PARA LA REMOCIÓN DE METALES Y AMONIO PRESENTES EN AGUA

11:45 – 12:00 H

DRA. ROSA MA. RAMÍREZ ZAMORA

El principal objetivo de esta patente es sintetizar zeolitas utilizando jales mineros de cobre. Debido al contenido de silicio y aluminio presente en los jales, y a las fases mineralógicas que los componen, se optimizaron en laboratorio aplicando un diseño experimental dos etapas principales en el proceso de síntesis: a) fusión de los jales con hidróxido de sodio y, b) cristalización en medio hidrotermal alcalino de las zeolitas. Mediante este proceso de producción se logró sintetizar zeolita P, la cual presentó una capacidad de intercambio catiónico dos veces superior a la zeolita natural más abundante en México (clinoptilolita). Esta última es utilizada en el tratamiento de aguas residuales para remover amonio y metales pesados. Sin embargo, debido a que la zeolita clinoptilolita es un recurso natural no renovable, la utilización de la zeolita en el tratamiento de aguas residuales, representa una opción totalmente amigable para el medio ambiente ya que, por otra parte, se mitigarían los impactos ambientales negativos ocasionados por la generación y acumulación de los jales mineros.

## ESTUDIO INTEGRAL PARA DESARROLLAR UN ÍNDICE DE CALIDAD ÓSEA EN VARONES MEXICANOS

12:00 – 12:15 H

DRA. MARGARITA NAVARRETE MONTESINOS

Introducción: El esqueleto de los vertebrados durante su evolución, desarrolló una resistencia a la deformación, e indirectamente a la fractura, adaptándose a los requerimientos de su entorno y a las exigencias mecánicas. El hueso como biomaterial se compone de una mezcla de tres fases: la orgánica (p. colágeno), la inorgánica (p. fosfato de calcio) y agua. Debido a la propensión de la mujer a perder calcio en la lactancia y durante la menopausia ha conducido al concepto de que la deficiencia de calcio produce enfermedades como la osteoporosis. Esta enfermedad se caracteriza por una masa ósea baja con alteraciones en la microarquitectura del hueso, es anormalmente poroso, frágil y con tendencia a la fractura. La densidad mineral ósea, BMD, que mide el contenido de minerales en el tejido óseo por absorción de rayos X, se basa en la validez de esta teoría. Sin embargo, usar la osteoporosis como indicador del riesgo de fractura ósea es inapropiada, ya que hay pacientes que sufren fracturas osteoporóticas con una densidad ósea normal, indicándonos que no solo la fase mineral se ve afectada durante el proceso de envejecimiento. El riesgo de fractura se deriva de problemas en alguna o de ambas fases que integran el hueso. Si consideramos que la “calidad ósea” es sinónimo de la resistencia de cada hueso a

la deformación y a la fractura, esta resulta de la integración de otras dos calidades: la calidad mecánica del material mineralizado, y la calidad arquitectónica del diseño del hueso, ambas se derivan de tres procesos esqueléticos fundamentales: el crecimiento endocondral, la modelación y la remodelación. Estos procesos son de estirpe celular y están genéticamente determinados, por lo que cada recurso terapéutico (fisiátrico, dietético, endocrino, o farmacológico) aplicado con miras a mejorar la calidad ósea cumplirá con su objetivo si: modifica el trabajo celular en la dirección adecuada, equilibra los efectos modelatorios o remodelatorios, afecte la calidad mecánica del material mineralizado y/o su distribución espacial.

Por lo anterior, hay una necesidad de evaluar la calidad ósea para tener mayor capacidad de predicción en clínica tanto en mujeres como en varones.

Objetivo: Encontrar un índice de la calidad ósea en varones de la población mexicana con el incremento de la edad correlacionando propiedades del tejido óseo tanto estructurales como de materiales y sus interrelaciones con la finalidad de ser usado en el diagnóstico clínico.

Resultados: Usando muestras de la vértebra L3 de varones con edades entre los 30 a 79 años, se determinó de la densidad mineral ósea, DMO, la distribución espacial y porcentaje de macro-minerales (Ca<sup>++</sup>, P, Mg<sup>++</sup>, Na) los cambios en grosor de hueso cortical y trabecular, la distribución espacial del modulo elástico y la arquitectura del hueso trabecular mediante fractales. Técnicas aplicadas: Tomografía axial computarizada, Microscopia Electrónica de barrido, Absorciometría dual de rayos X (DXA), y Ultrasonido. Se encontraron coeficientes de correlación y distribución espacial de las propiedades por subgrupos de edad.

Conclusiones: La técnica DXA está limitada en su habilidad para detectar individuos que sufrirán fractura, ya que BMD no puede medir la micro-arquitectura del hueso, la organización cristalina, la talla y la forma, la conectividad de la red trabecular, ni la habilidad de reparar micro-grietas, y mucho menos la estructura de las proteínas, por lo que se deben acoplar al menos otras dos técnicas para conocer el estado de salud del hueso. Una de ellas sería la espectroscopia Raman para determinar la salud de la fase orgánica (colágeno) y la nano-indentación en uñas o cabello.

INTERACCIÓN ENTRE EL VIENTO Y EL MUSEO SOUMAYA  
12:15 – 12:30 H

PROF. NEFTALÍ RODRÍGUEZ CUEVAS

La Universidad Nacional Autónoma de México, por conducto del Instituto de Ingeniería, estableció un convenio de colaboración con Inmuebles General, S.A. de

C.V. para investigar los efectos que producirá la acción del viento de diseño sobre el Museo Soumaya, el cual permitirá difundir valores artísticos de diversas épocas, en una zona del Valle de México, donde existe poca difusión de la cultura artística.

La investigación se enfocó a conocer las presiones medias que produce el viento sobre la envolvente exterior del Museo, en 24 direcciones diferentes, mediante la construcción de un modelo a escala 1:200, el cual se instrumentó con sensores piezorresistivos en 126 puntos de la superficie exterior. Además se colocaron acelerómetros piezoeléctricos en dos direcciones ortogonales, para medir las aceleraciones producidas al interactuar el modelo con el viento generado en la sección de pruebas del Túnel de viento del Instituto de Ingeniería.

Las mediciones obtenidas durante pruebas controladas, permitieron conocer la distribución de coeficientes locales de presión en la superficie exterior, en las 24 direcciones que se seleccionaron. Así mismo, se definió el número de Strohal, que al ser alcanzado por la velocidad crítica del viento, produce la separación de vórtices periódicos, los cuales inducen vibraciones aeroelásticas en resonancia.

A fin de conocer la velocidad crítica del viento, en la cual aparecen vórtices resonantes, resultó necesario conocer las propiedades dinámicas del Museo, por lo cual fue necesario realizar pruebas de vibración forzada de la edificación. Ellas permitieron conocer las formas modales de vibrar, sus periodos, y los niveles de amortiguamiento estructural del Museo, a fin de juzgar sus condiciones de estabilidad aeroelástica.

DINÁMICA POBLACIONAL DE BACTERIAS QUE LLEVAN A CABO LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON MEMBRANAS Y LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS  
12:30 – 12:45 H

DR. IVÁN MORENO ANDRADE

El proyecto se enfoca a la estandarización de técnicas de biología molecular como la extracción de ADN, reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la electroforesis en gel con gradiente desnaturante (DGGE) para el análisis de dos distintas muestras ambientales: microorganismos presentes en reactores de membranas para tratamiento de aguas residuales inhibitorias y suelos de un sitio contaminados con hidrocarburos. Para el caso de la extracción se estandarizó la toma de muestra en reactores que tratan aguas inhibitorias y se determinaron dos pretratamientos (uno físico y uno térmico) para aumentar la recuperación de ADN. En el caso de la PCR, se estandarizaron los ciclos de cada una de las fases y una técnica de lavado para eliminar compuestos inhibitorios de la PCR. En el análisis de la comunidad microbiana del reactor de membrana, se observaron diferencias en las poblaciones

microbianas en comparación con un reactor operado de manera similar pero sin membrana. La DGGE demostró que en el reactor de membrana una mayor cantidad de especies debido a que no existe una presión de selección inducida por el vaciado de los reactores convencionales. En el caso del análisis de suelo contaminado, existen problemas de recuperación de ADN e inhibición de la PCR, para los cuales se realizaron modificaciones en los protocolos propuestos. Actualmente se tienen las muestras de PCR para concluir con su análisis con DGGE.

## FILTROS SOLARES

12:45 – 13:00 H

M. EN C. RAFAEL ALMANZA SALGADO

Dentro de las alternativas para remediar el problema de incomodidad en el interior de las edificaciones, surgió a raíz de las inadecuadas propiedades ópticas y térmicas de las ventanas, se ha encontrado una alternativa que consiste en colocar a los vidrios normales recubrimientos de materiales selectivos a la radiación, a través de los cuales, se puede regular la entrada de la radiación solar que incide sobre estas ventanas, es decir, lo que actualmente se conocen como *filtros solares*. Para este caso, se necesita que los filtros solares impidan el paso de la radiación solar cuyas longitudes de onda están dentro del intervalo del infrarrojo cercano (calor) y lo permitan para el caso de la radiación solar visible. El planteamiento es que puede propiciarse un ahorro en el consumo de energía en una vivienda con calefacción y aire acondicionado, cuando éstos son utilizados con base en películas delgadas de óxido ferroso y azufre, óxidos de cobre, y óxidos de vanadio depositadas sobre el vidrio que se usará en ventanas. Los primeros son del tipo pasivo, mientras que el tercero es activo. Actuarán como elemento selectivo a la radiación solar con una transmisividad baja en el infrarrojo, evitando el calentamiento excesivo en el interior de la edificación, provocado por ganancias térmicas grandes a través de las ventanas, para las temporadas calurosas; así como, la pérdida de calor generado en el interior durante las temporadas de clima frío. Las ventajas que ofrece esta tecnología se verifican principalmente en términos de costos menores en la fabricación de ventanas cuando estos se fabrican a volúmenes considerables. Las ventajas que proporciona esta tecnología son, en primer lugar, no se necesitan ventanas comerciales con vidrios dobles o triples, además se puede utilizar cualquier tipo de vidrio; en segundo lugar, en el país se cuenta tanto con la materia prima necesaria para la producción de la película (por ejemplo cobre, azufre y oxígeno) como con la infraestructura requerida, debido a que se sigue la misma técnica de producción de películas (erosión iónica con magnetrones) empleada por las empresas que fabrican los vidrios decorativos que se utilizan en las fachadas de los edificios.

Una ventana residencial típica, con una o dos capas de material de vidriería, permite que ingrese a la vivienda un 75-85% de la radiación solar, dependiendo de la zona geográfica; en lugares donde existen climas extremos, el confort en verano se ve aumentado por el costo de los recibos de electricidad por el aire acondicionado, en especial en zonas cálidas. En la actualidad sólo existen a nivel comercial los filtros solares pasivos, los cuales conservan sus propiedades ópticas ante cualquier cambio de parámetro del medio ambiente. Sin embargo hay un avance importante en filtros solares activos, los cuáles cambian sus propiedades ópticas ante cambios de parámetros ambientales, siendo el más conocido y el único comercial, el cual se oscurece ante la incidencia de la radiación solar y conocido como foto gray, utilizado en lentes para la vista.

Esta es la razón de porque se desarrolló el filtro de óxido de vanadio, el cual es sensible a cambios de temperatura, principalmente a temperaturas del orden de 50°C o mayores, bloqueando más del 50% de la radiación infrarroja. En la simulación realizada con este filtro para Mexicali, se obtienen ahorros en el consumo energético de hasta el 24%, mientras que para el caso de la Cd. de México, el ahorro es de alrededor del 16%.

## INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS SOBRE EL TAPONAMIENTO DE UNA MEMBRANA SUMERGIDA EN LA ZONA SUPERIOR DE UN REACTOR UASB

13:00 – 13:15 H

DR. ADALBERTO NOYOLA ROBLES

Existe poca información acerca de los sustancias taponantes y los mecanismos de taponamiento involucrados en los bioreactores anaerobios de membrana sumergida (BRAMs), especialmente cuando se tratan aguas residuales municipales reales y a temperatura ambiente. En este proyecto se pretende identificar el efecto de las condiciones hidrodinámicas y los mecanismos de taponamiento que se presentan en una membrana tubular de ultrafiltración sumergida en la zona superior de un reactor UASB que trata aguas residuales tipo municipal.

Los resultados obtenidos hasta la fecha corresponden a las pruebas de filtración continua para dos tiempos de retención hidráulica (4 y 8 horas), a escala de laboratorio. Los experimentos se realizaron en un BRAM constituido por un reactor UASB operado a temperatura ambiente ( $19 \pm 2^\circ\text{C}$ ) con un volumen útil de 4,33 L y alimentado con agua residual sintética que simulaba una descarga municipal. En la zona superior del reactor, se sumergió una membrana tubular de fluoruro de polivinildieno (PVDF) con un corte de peso molecular de 100kDa y área de 0,0085 m<sup>2</sup>.

En un arreglo experimental con monitoreo y control automático, se realizaron pruebas de filtración continua a flux constante hasta alcanzar una presión transmembrana (PTM) de 40 kPa en cada caso. Posteriormente, se aplicó retrolavado con agua destilada durante 30 segundos. Al término de esta operación se reiniciaba la filtración hasta alcanzar nuevamente la PTM de 40 kPa y así sucesivamente, en ciclos de filtrado y lavado, durante 5 días. Previamente a las pruebas de filtración continua, se determinó la permeabilidad de la membrana nueva con agua desionizada y se calculó la resistencia de la membrana utilizando la ley de Darcy.

El BRAM presentó valores de DQO en el permeado para el TRH de 8 horas entre 2 y 20  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , lo cual corresponde a una remoción promedio de  $98 \pm 2\%$ , mientras que para el TRH de 4 horas la DQO promedio en el permeado estuvo entre 14 y 38  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  con una remoción promedio de  $93 \pm 3\%$ . Además, se presentó una retención de sólidos disueltos, nitrógeno amoniacal y fósforo en la membrana desde el inicio de la filtración con el TRH de 8 horas, contrario a lo observado para el TRH de 4 horas en el que no hubo mayor diferencia entre las concentraciones obtenidas en el efluente y el permeado, salvo al final de la corrida.

El TRH tuvo un efecto sobre la distribución de tamaño de partícula en el efluente del reactor UASB. Para el TRH de 8 horas, se observó un incremento en los tamaños a medida que aumenta el tiempo de filtración. En los tres últimos días de filtración se obtuvieron diámetros promedio de 25  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$ , respectivamente, con una reducción en la cantidad de partículas pequeñas. Con TRH de 4 horas, se presentó un comportamiento inverso, pasando de un diámetro promedio de 80  $\mu\text{m}$  en el primer día de filtración a 20  $\mu\text{m}$  en el último.

En estos experimentos, la filtración continua con TRH de 4 horas tuvo una mayor duración con respecto a la realizada con TRH de 8 horas, debido probablemente a la alta concentración de productos microbianos solubles, especialmente de carbohidratos, en el efluente del reactor UASB para el TRH de 8 horas en los dos primeros días. Sin embargo, al final de las corridas, los ciclos de lavado eran más cortos para el TRH de 4 horas.

CONTROL DEL FLUJO DE POTENCIA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS  
13:30 – 14:00 H

DR. CÉSAR ÁNGELES CAMACHO Y DR. CLAUDIO R. FUERTE ESQUIVEL

En las últimas dos décadas, los problemas políticos, ambientales, topográficos, económicos y el proceso de privatización del sector eléctrico han retrasado la expansión de los sistemas eléctricos. Sin embargo, debido a que la demanda de

energía eléctrica se incrementa diariamente, la industria eléctrica se ha visto obligada a buscar nuevas maneras de aprovechar los recursos eléctricos ya existentes, partiendo de la premisa que se requiere contar con un sistema eléctrico confiable, seguro, con disponibilidad de suministro energético y ambientalmente amigable.

Una planeación y operación del sistema eléctrico que satisfaga los criterios anteriores, depende no solo del funcionamiento adecuado de los sub-sistemas eléctricos de generación y transmisión, sino también de la capacidad de producir y transportar las diferentes energías primarias que son usadas para generar electricidad, tales como combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo), nuclear, agua y energías renovables (biocombustibles, geotérmica, viento, solar e hidrógeno).

Para la modernización del sistema eléctrico y su operación de manera integral e inteligente con los recursos energéticos primarios, se ha creado una sinergia de conocimientos existentes y emergentes en diferentes áreas de investigación: electrónica de potencia, computadoras y comunicaciones de alta velocidad, ingeniería de control, ingeniería ambiental, etc. Este análisis integral multidisciplinario permite plantear el paradigma de conceptualización de los sistemas eléctricos y energéticos como un sistema complejo.

En base a este nuevo paradigma, se hace necesaria la colaboración entre grupos de investigación en diversas áreas del conocimiento. Tal es el caso del presente proyecto donde las sinergias del grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana y el Instituto de Ingeniería de la UNAM se han unido para resolver problemas inherentes a los sistemas eléctricos de potencia modernos. En este contexto, actualmente se está trabajando en los siguientes tópicos de investigación:

- a) Estabilidad de voltaje, la cual se refiere a la habilidad del sistema eléctrico para suministrar energía con un perfil adecuado de magnitud de voltaje en todas sus subestaciones, después de ser sujeto a un disturbio.
- b) Estimación de Estado, que consiste en estimar el estado operativo del sistema mediante la recopilación y procesamiento de datos relevantes, de tal manera que el operador cuente con información en tiempo real que le permita tomar decisiones para controlar y asegurar la operación pertinente del sistema eléctrico.
- c) Sistemas Flexibles de Transmisión en Corriente Alterna, que consiste en controlar electrónicamente la operación de un sistema eléctrico mediante la incorporación de dispositivos controladores basados en electrónica de potencia, con la finalidad de poder transmitir mayores niveles de energía preservando una operación segura y confiable.



- d) Integración de energías renovables no convencionales a sistemas eléctricos de potencia, que consiste en el análisis de los efectos de la incorporación de ERNC en la operación y control de las redes eléctricas.

ESTIMACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS  
DE LOS MATERIALES MIDIENDO RUIDO AMBIENTAL  
UTILIZANDO TÉCNICAS DE CAMPOS DIFUSOS

16:00 – 16:15 H

DRA. MARTHA MA. SUÁREZ LÓPEZ

El promedio azimutal de la correlación del movimiento en dos puntos dentro de un medio sujeto a un campo difuso de ondas elásticas permite obtener la función de Green o respuesta impulsiva.

Un campo difuso es originado por difracciones múltiples, debidas a la heterogeneidad del medio o a la acción a fuentes no correlacionadas entre sí. En un campo difuso el flujo neto de energía es nulo y en condiciones ideales la proporción en la que se reparte la energía entre las ondas P y S se equilibra de manera independiente de los detalles específicos de la propagación. Se ha demostrado que la isotropía de las ondas elásticas y la equipartición de la energía son condiciones necesarias para la recuperación exacta de la función de Green. Estas condiciones pueden alcanzarse para la coda de sismos y el ruido sísmico ambiental.

En medios estratificados las partes más importante de la función de Green son las ondas superficiales y estas tienen la propiedad de ser dispersivas.

Esto es, la velocidad de propagación depende de la frecuencia y de las características mecánicas del medio estratificado.

Midiendo el ruido sísmico y promediando sus correlaciones se obtienen resultados equivalentes a fuentes virtuales. De estos perfiles (x-t) se puede pasar al dominio (f-k) y obtener la curva de dispersión del modo fundamental del que se infiere el perfil de velocidades.

En esta presentación se aplica la relación existente entre la correlación del movimiento en dos puntos y la función de Green para estimar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas de los materiales de la cortina del PH La Yesca de CFE en el estado de Nayarit.

## LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y NICHOS DE OPORTUNIDAD-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

16:15 – 16:30 H

M. EN I. EUGENIO M. LÓPEZ ORTEGA

El objetivo del proyecto LINO consiste en establecer una práctica colectiva de análisis de las líneas de investigación que actualmente se cultivan en el Instituto de Ingeniería con el fin de establecer, de manera objetiva, las fortalezas, oportunidades y posibles debilidades de la institución. Esta práctica permitirá capitalizar las fortalezas y oportunidades con las que se cuentan y establecer acciones que reduzcan las posibles debilidades.

Para realizar análisis suficientemente sustentados acerca de las líneas de investigación, se requiere la generación de información confiable y actualizada. Por ello, el proyecto LINO contempló desde su inicio el desarrollo de bases de datos relativas a las líneas de investigación de interés para el Instituto.

El proyecto LINO se inició a finales de 2009 con la decisión de aplicarlo, en plan piloto, a la línea de investigación relativa al Tratamiento de Aguas Residuales (TAR). En diciembre de 2009 se invitó a participar a académicos relacionados con este tema quienes identificaron cuatro revistas como las principales fuentes de información.

A partir de 2010 se inició la construcción de una base de datos llamada SCIT-TAR que recoge la información más relevante de los artículos aparecidos en dichas revistas relacionados con el tema TAR. A partir de la primera captura, se identificó la pertinencia de integrar cuatro revistas más. Asimismo, a partir del análisis y sugerencias de algunos de los académicos participantes, se incorporaron cuatro revistas adicionales. Por lo tanto, actualmente la SCIT-TAR recoge información acerca del tema TAR que aparece en 12 revistas de circulación internacional y que se consideran los sitios en los que se publica la mayor parte de los avances en el tema.

Con la información de SCIT-TAR se identificó la relevancia de la UNAM dentro del tema la cual aparece dentro de las primeras 10 instituciones a nivel mundial. Actualmente la base de datos cuenta con información relativa a un poco más de 15,300 documentos y puede ser consultada por todos los académicos participantes.

Con la participación de expertos del propio Instituto de Ingeniería, actualmente se definen las principales líneas de investigación del tema TAR. Estas líneas se han conceptualizado a través de tres elementos: materia prima, procesos y producto a obtener y/o remover. De esta manera, cada línea de investigación se representa a partir de un arreglo (o vector) de tres elementos. A su vez, cada elemento del arreglo se asocia a las palabras-clave que contiene la SCIT-TAR.

Con esta relación incorporada a la SCIT-TAR se podrán generar reportes más específicos acerca del desarrollo mundial de cada una de las líneas de investigación y de la participación de la UNAM.

A partir del 2011, la información proporcionada por la SCIT-TAR permitirá iniciar sesiones de análisis colectivos de las líneas de investigación que se cultivan en el Instituto de Ingeniería y de esta manera identificar las fortalezas, debilidades y los nichos de oportunidad que se presentan.

## SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN GRANITE EN EL VIADUCTO BICENTENARIO DURANTE LAS PRUEBAS DE CARGA

16:30 – 16:45 H

ING. JUAN MANUEL VELASCO MIRANDA

El Instituto de Ingeniería participa en la instrumentación de un tramo del Viaducto Bicentenario, entre los apoyos A241 y A245A. El sistema consta de un registrador GRANITE de 24 canales, del fabricante Kinematics, que graba las señales presentes en diferentes sensores ante la ocurrencia de un sismo. El sistema se empleó durante las pruebas de carga a que fue sometido el tramo a instrumentar. Se presentan aquí las adecuaciones y acondicionamientos que hubieron de efectuarse para llevar a cabo estas mediciones tanto en el registrador como en el cableado de los sensores durante estas pruebas.

## TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA COSTAS SEGURAS EN UN CLIMA QUE ESTÁ CAMBIANDO

16:45 – 17:15 H

DR. RODOLFO SILVA CASARÍN

THESEUS es un proyecto financiado por la Comisión Europea que incluye la participación de 31 Institutos de investigación de diversos países entre los que se encuentran Italia, España, Inglaterra, Francia, Dinamarca, Bulgaria, Ucrania, Rusia, EUA, China, Países Bajos, Alemania, Polonia, Grecia, Letonia, Bélgica y México. El grupo de trabajo está examinando la aplicación integral de tecnologías innovadoras de mitigación y adaptación de la zona costera ante la evidencia de los cambios en el clima global. En general, con este proyecto se pretende proporcionar una zona costera segura o de bajo riesgo para el uso/desarrollo humano y hábitats costeros sanos a medida que el nivel del mar aumente, el clima se modifica y la economía europea sigue creciendo. El objetivo principal de THESEUS es proporcionar una metodología integral para planear estrategias de defensa sustentables en el

manejo de la erosión costera e inundaciones contemplando aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales. Para ello, el proyecto enfoca sus esfuerzos hacia tres aspectos principales:

- **Evaluación de riesgos:** Examinar la amenaza que los daños esperados en relación con el cambio climático (inundación y erosión costera) representarían a la infraestructura costera, al ecosistema y a las actividades humanas y en base esto, evaluar el impacto que representan para la sociedad.
- **Propuesta de estrategias de respuesta:** Analizar medidas modernas de mitigación de erosión e inundación costera que incluyan estructuras de defensa y tecnologías de estabilización de línea de costa amigables al medio ambiente como son arrecifes biogénicos, diques resilientes, y creación de hábitat (vegetación de fondo, recuperación de humedales, dunas, etc.). Más aun, proponer soluciones innovadoras como estructuras que protejan la costa y a la vez transformen y extraigan la energía oleaje funcionando así como fuentes de energía alternativa. Además de las medidas de protección es imperante examinar y adaptar estrategias que promuevan programas de seguridad, planeación de los espacios, planes de evacuación, respuesta “post-crisis” y resiliencia social.
- **Aplicación de las medidas:** Instaurar guías para el diseño integral y la aplicación de tecnologías de defensa. Generar un portafolio de opciones de mitigación para distintas sociedades y economías donde puedan seleccionarse estrategias de defensa sustentables para afrontar la erosión costera y la inundación contemplando factores técnicos, sociales, económicos y ambientales. Promover la educación y entrenamiento que permita estar preparados para enfrentar desastres y regresar rápidamente a la estabilidad (resiliencia). Fortalecer la cooperación internacional que promueva la participación dentro de los organismos encargados del manejo de riesgos como la Directiva de Inundación de la Unión Europea (EU Floods Directive) adoptada en 2007.

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO SÍSMICO DEL  
EDIFICIO CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO TLATELOLCO  
*09:00 – 09:15 H*

ING. MAURICIO AYALA HERNÁNDEZ

El trabajo describe la implementación de un sistema de registro sísmico en el edificio Centro Cultural Universitario Tlatelolco (CCUT). Se trata de un edificio de concreto reforzado de 100 m de altura y cuerpos bajos que lo conforman. La instrumentación de la estructura permitirá hacer evaluaciones cuantitativas de las excitaciones a las que estará sometida la estructura y por lo tanto de su respuesta dinámica. La red de instrumentos está conformada por registradores digitales de alta resolución y sensores de aceleración distribuidos en diferentes puntos de la estructura. Adicionalmente el edificio cuenta con la instrumentación de 3 antenas de posicionamiento global GPS para medir los desplazamientos producidos durante un sismo. El puesto central de registro y la red de instrumentación del CCUT en su tiempo de operación ha tenido modificaciones debido a los trabajos de remodelación que se han realizado en el mismo, por lo que la conclusión de estos trabajos nos permitirá monitorear la instrumentación del edificio de manera continua desde el Instituto de Ingeniería.

ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE LOS HUMEDALES  
DE LA REPÚBLICA MEXICANA: DESARROLLO  
METODOLÓGICO PARA EL INVENTARIO NACIONAL DE  
HUMEDALES Y SU VALIDACIÓN A NIVEL PILOTO  
*09:15 – 09:30 H*

M. EN I. GUADALUPE E. FUENTES MARILES

Los humedales son ecosistemas de transición entre zonas acuáticas y terrestres que presentan una alta productividad biológica y biodiversidad, además de proveer distintos servicios ambientales y ser fuente de ingreso para las comunidades que ahí se asientan. Sin embargo, en México estos ecosistemas enfrentan diversas presiones y amenazas que afectan su conservación y manejo.

Actualmente se han identificado por el INEGI 1,642 sitios potenciales de humedal en México. La Convención RAMSAR reconoce 114 sitios en México en una superficie de más de ocho millones de hectáreas, con lo cual el país se ubica en el segundo lugar a nivel internacional. Distintas instituciones públicas y privadas han llevado a cabo inventarios de humedales con propósitos específicos. Tal es el caso, entre otros, del inventario de manglares (CONABIO) y del inventario que ha levantado DUMAC (Ducks Unlimited México). Existen además un número importante de estudios sobre sitios específicos de humedales en todo el territorio.

En 2004, el Gobierno Federal de México estableció la elaboración de un Inventario Nacional de Humedales como una prioridad, junto con el desarrollo y validación de metodologías para la evaluación de humedales, su monitoreo y la formulación de planes de manejo. En consonancia con esta prioridad, la Comisión Nacional del Agua y la UNAM están llevando a cabo un proyecto multidisciplinario para desarrollar el Inventario Nacional de Humedales, INH. Como parte de este proyecto es que se organizará la Primera Reunión Internacional sobre Humedales, a fin de reunir el conocimiento nacional e internacional, así como las experiencias prácticas registradas en materia de inventario, evaluación, monitoreo y manejo de humedales.

INSTALACIÓN EXPERIMENTAL PARA ESTUDIO DEL GOLPE DE  
ARIETE EN TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)  
*09:30 – 09:45 H*

ING. EDUARDO A. RODAL CANALES

Las tuberías de PEAD presentan celeridades muy bajas (menores a los 300 m/s) y dado que el golpe de ariete es directamente proporcional a este valor, el uso de este material reduce la magnitud de las sobrepresiones resultantes por maniobras bruscas. Además el PEAD es un material viscoelástico y por ello ofrece la ventaja de que al ser sometido a presiones de corta duración, soporta niveles transitorios de esfuerzos mucho mayores a los que resultan al exponerlo aargas prolongadas.

Para verificar este comportamiento y compararlo con las recomendaciones de la norma de diseño de tuberías de polietileno, policonductos, con la asesoría del Instituto de Ingeniería, construyó un dispositivo o instalación experimental donde se sometieron algunos especímenes de tubo de PEAD a un golpe de ariete controlado. La presentación muestra los resultados obtenidos.

EVALUACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS INCOHERENTES  
EN EL VIADUCTO ELEVADO DE LA LÍNEA 12 DEL METRO  
*09:45 – 10:00 H*

DR. EDUARDO BOTERO JARAMILLO

Las estructuras elevadas de gran longitud, tipo viaducto, presentan una especial propensión a sufrir la variación aleatoria de la acción sísmica, lo cual puede llevar a la ocurrencia de movimientos relativos entre los elementos estructurales, columnas y traveses. En ésta investigación se analiza el caso de una sección de un viaducto, con una longitud aproximada de 6 km, que atraviesa una importante diversidad de depósitos, en cuanto a tipo de materiales, estratificación y profundidad del lecho

de roca. Además, se tiene la presencia de formaciones cercanas que modifican de manera local el ambiente sísmico. Por consiguiente, es necesario realizar un análisis de movimientos incoherentes a lo largo del tramo elevado para determinar los posibles desplazamientos relativos, entre los apoyos del viaducto, tanto en dirección longitudinal como transversal. Los análisis se llevan a cabo para un sismo de magnitud  $M_w = 8.2$ , generado en la brecha de Guerrero. Con este fin, se realiza un modelo numérico tridimensional de 6.500 m x 3.000 m y 115 m, en el cual se incluye toda la estratigrafía y se determinan los puntos de monitoreo.

Los resultados muestran que se pueden generar desplazamientos relativos de magnitudes considerables y estos deben de ser tenidos en cuenta al momento de realizar el diseño de la estructura elevada.

## CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA COSTA DE YUCATÁN 10:15 – 10:30 H

DR. ERNESTO T. MENDOZA PONCE

El impacto de las tormentas en la zona costera produce una serie de procesos de alta intensidad como erosión, rebase e inundación. La importancia de estos eventos y los peligros inducidos están explícitos en los protocolos del manejo integral de la zona costera en donde se aconseja hacer una evaluación de vulnerabilidad y peligros, así como tomar medidas de prevención, mitigación y adaptación para tomar en cuentas los afectos de los desastres naturales. En este contexto, el objetivo de este trabajo es el de presentar una escala de intensidad del oleaje de las tormentas costeras desarrolladas para condiciones típicas de la costa de Yucatán. Para desarrollar esta escala se utilizaron datos de tres puntos a lo largo de la costa de Yucatán (aprox. 350 km) que cubren 12 años de datos (1997-2009). La primera tarea consistió en identificar las tormentas en la serie de tiempo en la que se definió como aquellos eventos durante el cual la altura de ola significativa excede un valor umbral de 2 m durante un periodo mínimo de 12 horas. Esta definición está basada en propiedades estadísticas de la serie de tiempo. Con esto se identificaron todas las tormentas en la series de tiempo definidas en términos de altura de ola -Hs-, periodo -Tp-, dirección  $\theta$ -, duración -D- y contenido energético -E- (integrado a lo largo de la duración de la tormenta). Estos datos de tormenta fueron jerarquizados por medio de análisis de clusters utilizando el contenido energético como el parámetro de clasificación resultando en una escala de cinco categorías. Las tormentas menos energéticas (tipo I) presentan valores medios de Hs: 2.8m, Tp: 9.2s y D:1 día y las más energéticas (tipo V) valores medios de Hs: 6.5m, Tp: 12.5s y D:6.25 día. Una vez que todas las tormentas fueron asociadas a una clase dada, el siguiente paso fue el

asignarlos al orden de magnitud del peligro inducido esperado. Como primer paso de la inundación, se obtuvieron para cada tormenta medida valores de runup para dos perfiles tipo (reflejante y disipativo) de la costa de Yucatán los cuales cubren el rango de perfiles existentes en el área. De esta manera se obtuvieron valores medios desde 0.8 m (para las tormentas tipo I) hasta 1.3 m (tormentas tipo V) para playas disipativas y valores desde 2.7 (para las tormentas tipo I) hasta 4.4 m (tormentas tipo V) para playas reflejantes.

SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO AUTOMATIZADO  
SUSTENTABLE (PERSONAL RAPID TRANSIT, PRT):  
IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES EN LAS QUE  
EL PRT PODRÍA SER DE UTILIDAD EN MÉXICO  
*10:30 – 10:45 H*

DRA. ANGÉLICA DEL R. LOZANO CUEVAS

**Introducción:** Un “Personal Rapid Transit” o PRT es un sistema constituido por vehículos automatizados con capacidad de tres a seis pasajeros, para el uso privado del pasajero y sus acompañantes (sin compartirlo con extraños); cada viaje se realiza sin paradas o escalas y sin transferencias desde la estación de origen hasta la estación de destino.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM fue responsable de un estudio sobre el PRT compuesto por las siguientes partes: 1. Revisión del estado del arte sobre la operación del PRT; 2. Análisis de las posibles configuraciones de red para las que el PRT podría ser útil; 3. Análisis de las redes en distintos sitios y condiciones en México; 4. Simulación microscópica del funcionamiento del PRT para dos escenarios de configuración y 5. Recomendaciones sobre la utilidad del PRT. Este estudio estuvo enmarcado en el proyecto “Sistema de transporte urbano automatizado sustentable” del programa PROINNOVA del CONACYT, encabezado por la empresa MODUTRAM.

**Objetivo:** Identificar las condiciones en las que el PRT podría ser de utilidad en México.

**Resultados:** No se encontró evidencia sobre algún proyecto implementado y en funcionamiento público que pueda considerarse un completo PRT. La mayor parte de los sistemas PRT implementados en el mundo han dejado de ser utilizados por varios motivos, entre los que se encuentra el alto costo.

Con base en la evaluación de infraestructura, tipo de demanda (nivel socioeconómico), desplazamiento y tiempo de recorrido del sistema PRT para varias alternativas, fueron elegidos dos casos de estudio donde podría ser factible la implementación del



PRT: el desarrollo urbano Santa Fe y el parque recreativo Six Flags. Para cada caso es propuesta una red y es simulado el tráfico en la misma para varios escenarios. Antes de cualquier implementación es indispensable realizar estudios que indiquen el costo del servicio y el valor del tiempo de los posibles usuarios, con el fin de obtener mediante simulación la demanda esperada de viajes y así estimar la recaudación/beneficio y determinar si el proyecto es o no financieramente factible.

Conclusiones: El desarrollo de un sistema PRT debe tener en cuenta las experiencias del pasado, tener cuidado de no repetir errores y no utilizar tecnología que ya fue probada y desechada.

La simulación es una herramienta indispensable en el proceso de implementación de un sistema PRT. Es necesario ser muy cuidadosos en las decisiones relativas a un sistema de este tipo. Además de información origen-destino de los viajes, se requieren análisis financieros y de mercado que indiquen los costos de operación y los usuarios potenciales (valor del tiempo).

La implementación del sistema PRT podría funcionar en lugares donde los pasajeros tengan nivel socioeconómico alto y que estén dispuestos a dejar su auto debido por ejemplo a una conciencia ambiental. La inseguridad en México es un factor que puede hacer fracasar el proyecto, ya que las muchas personas se sienten más seguras en sus autos particulares.

## PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE VINAZAS DE LA INDUSTRIA TEQUILERA

10:45 – 11:00 H

DR. GERMÁN BUITRÓN MÉNDEZ

Recientemente se ha observado que existe la posibilidad de emplear los procesos anaerobios para la producción de hidrógeno, sin llegar a la transformación de la materia orgánica contenida en el agua a metano. El hidrógeno producido por microorganismos anaerobios en reacciones de fermentación tiene el potencial para ser una fuente sostenible de energía, ya que es una fuente de energía limpia que podría reemplazar a los combustibles fósiles convencionales en el futuro, pues el único producto de combustión es el agua. En este estudio se evaluó la factibilidad de producir hidrógeno a partir de aguas residuales de la industria tequilera (vinazas), empleando un biorreactor anaerobio. Se determinaron las mejores condiciones en cuanto a la carga orgánica, temperatura y tiempo de residencia hidráulica del reactor en función de la composición del biogás y de la velocidad de producción de hidrógeno.

PARTICIÓN DE LA ENERGÍA ENTRE ONDAS  
ELÁSTICAS PARA CARGAS DINÁMICAS EN LA  
SUPERFICIE DE UN SÓLIDO SEMI-INFINITO  
*11:00 – 11:15 H*

DR. FRANCISCO J. SÁNCHEZ SESMA

La partición de la energía entre los distintos tipos de ondas elásticas para cargas dinámicas normales a la superficie de un semiespacio con relación de Poisson de  $1/4$  es un resultado bien conocido de Miller y Pursey (1955). No obstante, la partición correspondiente para cargas tangenciales es menos conocida. De manera independiente Weaver (1985) calculó las particiones para cargas normales y tangenciales, respectivamente, para relaciones de Poisson en el intervalo  $(0.0, 0.5)$  con base en conceptos de la teoría de campos difusos y en el contexto de mediciones con ultrasonido. Esto explica parcialmente porque estos resultados no llegaran a la literatura especializada en sismología e ingeniería.

En este trabajo se presentan los coeficientes de partición y en conexión con el problema de la recuperación de la función de Green a partir del promedio de las correlaciones cruzadas de las fluctuaciones. Las energías inyectadas al semiespacio por las acciones dinámicas de fuerzas concentradas en la superficie son proporcionales a las partes imaginarias de los correspondientes componentes del tensor de Green cuando tanto la fuente como el receptor coinciden. El carácter espacial de la irradiación en los dos casos es muy diferente. Para una carga normal típicamente  $2/3$  de la energía abandona el punto cargado como ondas superficiales de Rayleigh. Por otra parte, la carga tangencial ocasiona que una cantidad similar de energía se genere en la forma de ondas de cortante hacia el interior del semiespacio. Estos resultados se han usado para calibrar un método de cálculo numérico para medios estratificados con integración numérica en el dominio de la frecuencia; además, han permitido dar una explicación física consistente a las predicciones de una nueva teoría para explicar el cociente espectral  $H/V$  para micro temblores mediante conceptos de campos difusos.

SISTEMA DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS, CONTROL  
DE RECURSOS Y ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL  
FONDO DE DESASTRES NATURALES (FONDEN)  
*11:30 – 12:00 H*

DR. EDUARDO REINOSO ANGULO

Desde hace varios años el gobierno federal a través de la SHCP ha manifestado su interés y ha contratado al Instituto de Ingeniería para elaborar sistemas para

estimar pérdidas por riesgos naturales de distintos tipos de carteras, entre ellas las de la SEP, Sector Salud, SCT, CONAGUA y SEDESOL. Previamente (2005) la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas de la misma SHCP, contrató al Instituto de Ingeniería para elaborar sistemas para la estimación de pérdidas por terremoto (1996) y huracán y otras amenazas hidrometeorológicas para regular las reservas de las compañías de seguro que operan en México.

En esta ocasión, el interés de la SCHK es el de regular de una manera completamente técnica la exposición ante riesgos naturales del FONDEN, incluyendo carteras de otras instituciones y niveles de gobierno (estatales y municipales) y prácticamente todas las amenazas que afectan al país. Así, este proyecto tiene como objetivo recabar información confiable y representativa, y calcular el riesgo para poder trazar esquemas de aseguramiento y prevención financiera que permita un manejo óptimo realizado por los sectores profesionales como el asegurador y proteger el patrimonio nacional manejado por el FONDEN. El proyecto contempla, entre otras cosas, la estimación, en tiempo real, de las posibles pérdidas que podrían ocurrir ante la amenaza evidente de un huracán, con el objeto de que las autoridades de protección civil de los tres órdenes de gobierno se preparen con algunas horas ante su inminente impacto.

## INSTITUTO DE INGENIERÍA

**Dr. Adalberto Noyola Robles**

Director

**Dr. Ramón Gutiérrez Castrejón**

Secretario Académico

**Dr. Francisco José Sánchez Sesma**

Secretario de Planeación y Desarrollo Académico

**Dr. Manuel Jesús Mendoza López**

Subdirector de Estructuras y Geotecnia

**M. en I. Víctor Franco**

Subdirector de Hidráulica y Ambiental

**M. en I. Alejandro Sánchez Huerta**

Subdirector de Electromecánica

**C.P. Alfredo Gómez Luna Maya**

Secretario Administrativo

**Arq. Aurelio López Espíndola**

Secretario Técnico

**Fis. José Manuel Posada de la Concha**

Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación