



**Editorial: Saludos y deseos para el 2010**

---

**Acción del viento sobre el puente  
Bojórquez, en Cancún, Quintana Roo**

---

**Mantenimiento de la Infraestructura del II**

---

**Entrevista a  
Angélica del Rocío Lozano Cuevas**

## PARA INICIAR EL 2010

Un texto para el editorial de inicio de año es común que incluya, además de un saludo y deseos especiales, algunos comentarios sobre acontecimientos relevantes para nuestra comunidad y que se espera puedan presentarse.

En esta ocasión, ambos aspectos hay que abordarlos con una connotación especial: estamos iniciando el año 2010, un número con una carga simbólica muy importante, ya que por un lado se cumple el bicentenario de la Independencia de México y su nacimiento como nación y, por otro, el centenario de la Revolución Mexicana, con el surgimiento del México moderno. Nuestra Universidad además celebra su centenario como Universidad Nacional, un logro de Justo Sierra de trascendencia extraordinaria.

Son muchos los actos formales y celebraciones que se desarrollarán en todo el país para festejar estos acontecimientos que fundaron nuestra actual sociedad. La UNAM ha presentado su propio programa para ello y nuestro Instituto participará en algunas de estas actividades.

Sin embargo, una revisión del estado de nuestro país llevaría a ser más meditado en la celebración y a dedicar el entusiasmo que liberan estos aniversarios a la reflexión y al análisis sobre nuestra realidad, con objeto de encontrar mejores caminos para alcanzar un desarrollo con mayor justicia social y calidad de vida. Para contribuir modestamente a ello, el Instituto está definiendo el programa de algunos encuentros donde se tratarán estos temas, desde la perspectiva de la ingeniería.

Por su parte, el saludo y los mejores deseos para este año que inicia, esta vez vienen acompañados con un llamado a incrementar el compromiso con la institución y el trabajo diario. Este año se espera difícil, con crecimiento económico del 3%, que después de la contracción del 7%, es claramente

insuficiente. Nuestro Instituto pudo sortear el 2009 en forma adecuada, gracias al gran esfuerzo que el personal académico, administrativo y de base, así como los honoristas y becarios, dedicaron para desarrollar los 127 convenios que firmamos en el año pasado.

Sin duda, la política nacional de mantener, a pesar de la crisis, la inversión en infraestructura ha sido un factor determinante para sostener el número de convenios e incluso incrementar los ingresos extraordinarios resultantes. Con base en esto, preveo que nuestro Instituto mantendrá el ritmo de trabajo y cumplirá de nuevo las metas académicas y de vinculación en 2010.

Para terminar, deseo señalar que en este año se iniciarán varios proyectos identificados como prioritarios en nuestro Plan de Desarrollo. Para ello solicitaremos su participación, con objeto de llevarlos a buen término y así avanzar en el fortalecimiento y la adaptación de nuestro quehacer académico. Entre ellos se encuentra la identificación y el fomento de nuevas formas de trabajo, la búsqueda de nuevas líneas de investigación y nichos de oportunidad, la inversión en infraestructura y las acciones tendientes a hacer del Instituto una dependencia ambientalmente responsable.

Tenemos enfrente un año propicio, por los retos que presenta, para que el Instituto de Ingeniería aproveche las oportunidades para incrementar el grado de pertinencia, rigor e impacto en la solución de problemas nacionales. Nuestra comunidad sabrá estar a la altura.

Mis mejores deseos para todo el personal y becarios en este año que iniciamos.

Adalberto Noyola  
Director



## UNAM

### Rector

Dr José Narro Robles

### Secretario General

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro

### Secretario Administrativo

Mtro Juan José Pérez Castañeda

### Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez

### Secretario de Servicios a la Comunidad

MC Ramiro Jesús Sandoval

### Abogado General

Lic Luis Raúl González Pérez

### Coordinador de la Investigación Científica

Dr Carlos Arámburo de la Hoz

### Director General de Comunicación Social

Enrique Balp Díaz

## INSTITUTO DE INGENIERÍA

### Director

Dr Adalberto Noyola Robles

### Secretario Académico

Dr Ramón Gutiérrez Castrejón

### Secretario de Planeación y Desarrollo Académico

Dr Francisco José Sánchez Sesma

### Subdirector de Estructuras y Geotecnia

Dr Manuel Jesús Mendoza López

### Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Mtro Víctor Franco

### Subdirector de Electromecánica

Mtro Alejandro Sánchez Huerta

### Secretario Administrativo

CP Alfredo Gómez Luna Maya

### Secretario Técnico

Arq Aurelio López Espíndola

### Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación

Fis José Manuel Posada de la Concha

## GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual éste muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, cursos y talleres que imparte, así como algunas de sus tesis graduadas e información de interés general. Se publica los días 25 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2005 041412241800 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, Edificio Fernando Hirriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

### Editora responsable

Lic María Verónica Benítez Escudero

### Correctora de estilo

L en L Olivia Gómez Mora

### Colaboradores

I Q Margarita Moctezuma Riubí

L H Israel Chávez Reséndiz

### Diseño

Ruth Pérez

### Impresión

Israel García Castro

### Asistente de impresión

Artemio Díaz Díaz

### Distribución

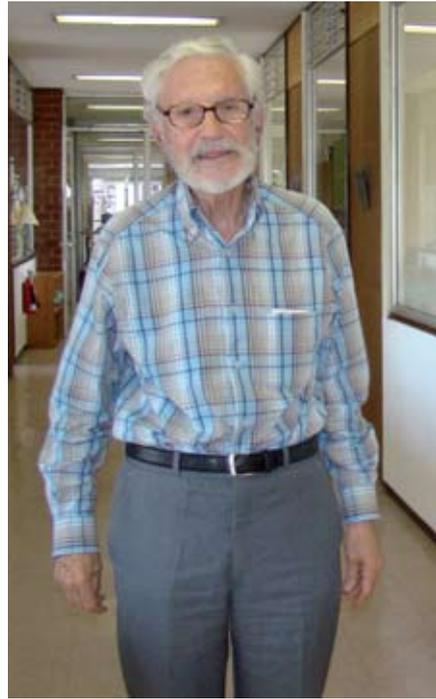
Fidela Rangel

Portada: Planta solar. II UNAM

Foto: Verónica Benítez

## Premios y distinciones

### Homenaje a Enrique Chicurel Uziel



En el marco de la celebración del cuadragésimo aniversario del Posgrado en Ingeniería Mecánica, efectuada los días 3 y 4 de diciembre de 2009, el doctor Enrique Chicurel Uziel, investigador de mecánica y energía del IIUNAM, fue distinguido con un homenaje en reconocimiento a su destacada trayectoria académica y por haber sido fundador del posgrado en Ingeniería Mecánica.

Este acto fue presidido por el director de la Facultad de Ingeniería, el maestro Gonzalo Guerrero Zepeda, acompañado de autoridades, profesores y alumnos del Posgrado en Ingeniería, así como por investigadores, colaboradores y amigos del homenajeado y del Instituto.

¡Felicidades!

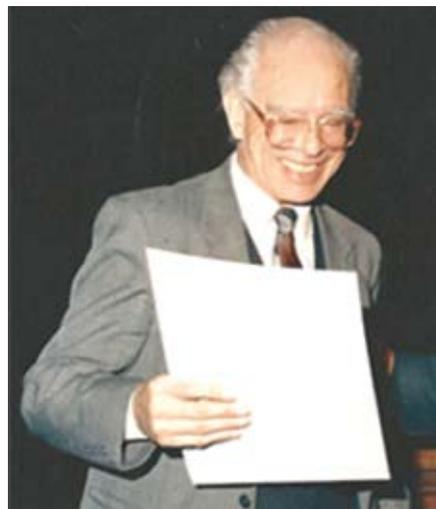
## Recordando a

### Arturo Arias Suárez en México

Por Francisco Sánchez Sesma

Poco después de graduarme de maestría, conocí a don Arturo Arias Suárez, investigador chileno a quien la dictadura, aquella que un 11 de septiembre asesinó a Salvador Allende, y asuntos familiares hicieron emigrar de Santiago

de Chile. Originario de Imperial, en el sur de ese país, fue impulsado por un profesor de escuela de esa localidad quien al descubrir su inteligencia bregó para que prosiguiera sus estudios en Santiago.



Creo que llegó a México gracias al apoyo de Emilio Rosenblueth pues Arturo ya era muy conocido en la ingeniería sísmica mundial.

Arturo Arias visitó el MIT en Boston y allá continuó su trabajo de investigación sobre la energía de los terremotos, tema que abordó en su tesis de ingeniero civil. Esta investigación dio como fruto una manera de calcular la intensidad del movimiento con registros instrumentales; antes de eso la intensidad era algo cualitativo; el tem-

blor se sintió leve, moderado o fuerte. Hasta se hacen mapas de intensidades que esencialmente son asunto de fe.

Así surgió la Intensidad de Arias, bautizada así por alguno de sus estudiantes (Sarracín o Saragoni creo) como una medida cuantitativa útil para la ingeniería sísmica. Eso se publicó en un libro editado en el MIT en 1969 por el profesor Hansen.

Corría 1976 y yo me había inscrito en ingeniería sísmica II con don Arturo Arias. Si bien lo había visto circular por el Instituto, no lo conocía, me parecía muy serio y gruñón. Callado hasta que hablaba. Y lo hacía muy clara y categóricamente, con su delicioso acento chileno “ya po” (*ya po* significa sí pues) en las conferencias o juntas en las que me tocó escucharlo.

Esa forma categórica de decir las cosas fue evidente en una simpática narración que me hizo. Él me contó de una discusión con el decano o el director de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile. Estaban en un auditorio enorme, no lo sé pero eso recuerdo, y don Arturo tomó la palabra, seguramente apagó antes su cigarrillo, y dijo ante el silencio expectante del público algo así: “Creo que todos estamos de acuerdo en que hay que hacer cambios a nuestros reglamentos para que en el futuro no lleguen a la dirección personas como usted...”

Sus clases eran magníficas. Llegaba con un gis en las manos y su cigarrillo encendido y a veces se le confundían uno con el otro. En una ocasión apagó el cigarrillo al pintar con éste en la pizarra. Con su gis empezaba a bordar sobre algún tema que le preocupaba y así pude gozar y ser testigo de su creatividad y métodos. Estudiamos varios temas: desde Filtros de Kalman y procesos estocásticos hasta la hidrodinámica de tanques y algunos *tips* de teoría de distribuciones e integrales de Lebesgue.



En fin, disfruté de su curso “como enano” y tuve la oportunidad de platicar con él rumbo a la clase, de regreso al Instituto y en otras muchas ocasiones.

Hablábamos de matemáticas e ingeniería, de política y de arte y nos hici-

mos amigos. Con su esposa Aurora y sus hijos Carlos y Lola mantengo una afectuosa relación.

En esa época empecé a trabajar con Emilio Rosenblueth, precisamente sobre una línea del curso de don Arturo.

Él volvió a Chile en los años 80. Al inicio de los 90, cuando regresé de un sabático, ya estaba de nuevo en México. Me



contó que al llegar a México y ver la ciudad desde el aire, se sentía en casa. Regresó con esa idea pero más tarde siguiendo a Carlos volvió a Chile. Y Carlos, quien es pintor, regresó a México...

Durante los varios años que don Arturo estuvo en México, muchos nos beneficiamos de su crítica y de sus ideas. Trabajé con él y con Efraín Ovando en

la respuesta sísmica de muros de retención y en el tema de espectros hidrodinámicos aplicados a los muros.

En México Arturo interactuó inteligentemente con Emilio Rosenblueth, Luis Esteve, Daniel Reséndiz, Carmen Meda y muchos más que ignoro. Lo que sí sé es que Arturo Arias fue una de las personas que más influyeron en muchos aspectos

de mi formación y seguramente en la de otros mexicanos. Por ello, me llena de contento que la BBC haya decidido honrar su memoria al distinguirlo en 2009 como uno de los cinco Latinoamericanos que han cambiado el mundo.

Él ya no está con nosotros, falleció hace casi diez años. Sin duda, habría bosquejado una sonrisa, no más, al saberlo. 🧑🏻👤

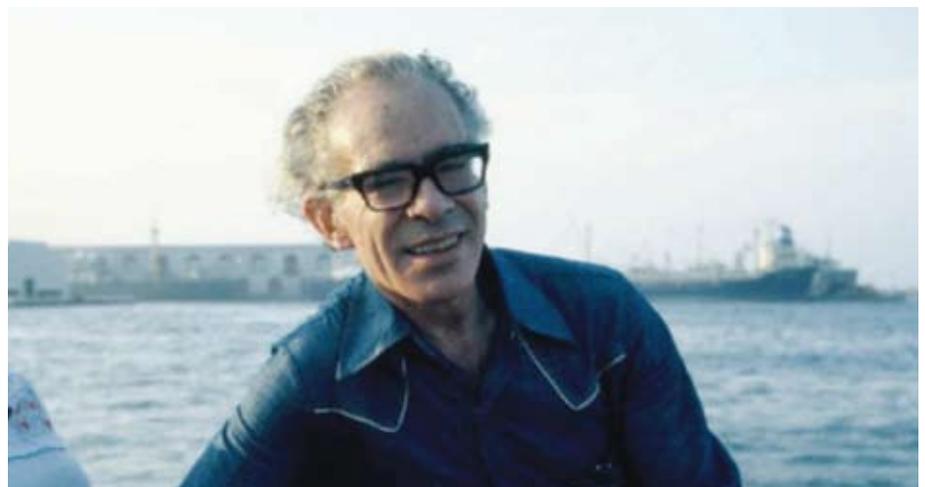
## La bien temperada intensidad de Arturo Arias

Por Efraín Ovando

Era alto, esbelto. Recuerdo que tenía el pelo gris, no muy abundante, peinado hacia atrás, sin raya; usaba lentes y fumaba de “a trenecito”, uno tras otro, uno tras otro, Delicados, Faros o Del Prado, cigarros fuertes.

Se hizo famoso mundialmente porque inventó una medida de la intensidad de los temblores. Quien estudie ingeniería sísmica sabrá de la *intensidad de Arias*. Quienes fuimos alumnos suyos conocimos a la otra intensidad de Arias, la intensidad con la que impartía sus clases. Era, al mismo tiempo, bien temperado y con esa bien temperada intensidad nos guió y nos introdujo en la ingeniería sísmica. Todos, absolutamente todos quienes tomamos clases con él aquí en México lo recordamos con cariño y admiración. Sé que en Chile también hay muchas decenas de exalumnos suyos que lo recuerdan de igual manera. En Chile, en México, en muchas partes del mundo, al evocarlos siempre sale una sonrisa, su recuerdo siempre es un buen recuerdo.

Así era su trato con sus colegas en el Instituto, intenso pero bien temperado. Con todos era cortés y con todos amable. Era un gran investigador, poseía una gran intuición y manejaba con soltura las matemáticas, sus herramientas



para entrar a problemas difíciles. Pero como no todos los problemas difíciles se resuelven a golpe de ecuaciones, él también era capaz de distinguir los límites de la matemática y las simplificaba para capturar la esencia de los problemas. Me tocó participar con él y con Francisco Sánchez Sesma en algún proyecto y lo disfruté. Me aconsejó en otros proyectos y me ayudó a interpretar datos experimentales, siempre cordial, siempre antemperadamente intenso.

En algún momento fue coordinador en nuestro Instituto. Desde luego, las cuestiones administrativas no le encantaban de ninguna manera, como a muchos. Sin embargo desempeñó esas

tareas con seriedad y diligencia, como todo lo que hacía. Un día, de rebote, presencié cómo, frente a la necesidad y la estulticia, la intensidad bien temperada de Arias también funcionaba. Con firmeza y convicción, con intensidad y contundencia y hasta con mucho sentido del humor mostró esa otra intensidad. Otra faceta del carácter del profesor Arias que también era de admirarse.

Pronto se cumplen diez años del fallecimiento de don Arturo. De él hay mucho más que decir, hay otras anécdotas y muchas de ellas las seguiremos recordando aquí, en Chile y en muchas otras partes. Sí, hay cariños y hay afectos que permanecen. 🧑🏻👤

# Angélica del Rocío Lozano Cuevas

POR VERÓNICA BENÍTEZ



*Algunos colegas del extranjero opinan que los mexicanos somos afortunados, porque en el área de transportes tenemos muchos problemas interesantes que resolver. Con estas palabras inició nuestra conversación la doctora Angélica Lozano, quien trabaja en el Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales del Instituto de Ingeniería como investigadora. En México -continúa la doctora- los problemas de transporte urbano presentan un alto grado de incertidumbre, es decir en nuestro país suceden muchos imprevistos. Por ejemplo, los policías manejan a veces los semáforos personalmente, nuevos baches y topes surgen en las calles cada día, en ocasiones se cierran tramos sin previo aviso debido a obras o manifestaciones, además de que los choferes se desvían de su ruta de distribución cuando consideran que es su hora de desayunar o porque para ellos es mejor pasar por otro lado, y no importa que tengan un sistema de localización geográfica porque ellos pueden decir que hubo una desviación necesaria de la ruta. La proporción*

*de imprevistos hace que en México sea difícil seguir rutas teóricas como se hace en otros países.*

*El estudio de las hiper-redes y redes estocásticas es muy importante porque éstas permiten representar algunas situaciones no esperadas o de incertidumbre en algún arco o nodo de la red.*

*El reto radica en mejorar el modelo y la solución del problema. Entonces siempre resulta muy interesante proponer algo nuevo, utilizar nuevas técnicas. Los problemas pueden ser los mismos pero se abordan de mejor manera. En este campo de estudio, el trabajo en un grupo multidisciplinario es muy importante para considerar aspectos de los problemas que pueden ser fundamentales para encontrar una solución apegada a la realidad. La falta de información o la mala información son los obstáculos difíciles de sortear. Sería muy conveniente que los organismos involucrados en*



*el transporte dieran mayor importancia al registro y obtención de datos, porque eso permitiría hacer modelos más sofisticados y que las soluciones fueran mejores.*

*Ingresé al Instituto de Ingeniería por invitación de Juan Pablo Antún, quien fue mi tutor de tesis de maestría. Actualmente trabajo sobre tráfico vehicular y transporte de carga en áreas urbanas, frecuentemente mi área de estudio es la zona metropolitana del valle de México.*

*Formar parte de este Instituto es una magnífica oportunidad, ya que además de tener la libertad de elegir los temas de investigación, se ayuda a la sociedad resolviendo los problemas que la afectan. Lamentablemente, esto último no tiene mucho peso en la evaluación de nuestro trabajo.*

*Antes de ingresar al Instituto de Ingeniería impartía clases en la FES Acatlán, en las carreras de matemáticas aplicadas y computación y actuaría, de materias de programación matemática y redes, actualmente imparto la materia de análisis y diseño de redes de transporte en el posgrado de ingeniería. Me gustaría que se tuviera más cuidado con los planes de estudio del posgrado, ya que hay materias que tienen temas que resultan redundantes. También sería bueno que se forzara a los alumnos a presentar trabajos en inglés, a que leyeran artículos en inglés e interactuaran con estudiantes de otras universidades.*

*Te digo esto porque yo realicé el doctorado en Italia, gracias a una beca que me otorgó el gobierno de Italia y a un complemento que me asignó la DGAPA, allá tienen mucho cuidado con sus doctorantes, de hecho hacen un seguimiento y además fomentan la interacción no sólo con estudiantes de otras universidades sino de otros países, mediante congresos y cursos internacionales para doctorantes. Eso hace que pierdas el miedo y amplía el panorama. Desde que eres estudiante te estás relacionando con la comunidad en la que vas a trabajar y vas conociendo investigaciones de tus contemporáneos.*

*Realmente tuve mucha suerte porque, si bien es cierto que hacer un doctorado es una excelente oportunidad, también es un hecho que esto no es fácil, hay que tener cuidado y averiguar cómo son los planes de estudio, y por supuesto investigar la forma de trabajo del posible tutor, porque algunas veces no prestan atención a los estudiantes. Investigar esto último tal vez sea lo más difícil.*

*Actualmente las empresas y las instituciones gubernamentales requieren profesionistas con estudios de doctorado.*

*Antes se pensaba que los doctores sólo trabajaban en las universidades; sin embargo, eso ha ido cambiando como también ha cambiado la idea de que las mujeres no están preparadas.*

*En un principio cuando empecé a hacer proyectos con patrocinio externo tuve algunos problemas, porque mis interlocutores no me tomaban en cuenta cuando les hablaba, a veces ni me miraban. Supongo que no confiaban en mí porque me veían joven o por ser mujer. Entonces invité a otros investigadores del Instituto, para que ellos les explicaran lo que yo quería exponer y a ellos sí les ponían atención. Poco a poco se dieron cuenta de que sí sabía de lo que hablaba.*

*¿Cuáles son tus metas? —Además de trabajar en problemas interesantes, debo vivir y pasármela bien: hacer ejercicio. Antes estuve en el grupo de paracaidismo de la UNAM, en buceo y en montañismo, después nadaba, y ahora sólo tomo clases de salsa. Hace como cinco años que no hago ejercicio en forma.*

*También tengo que proponerme no ser tan distraída, porque eso me ha traído muchos problemas. Me han robado muchas veces sin que me dé cuenta, y sólo en una ocasión trataron de asaltarme en Nueva York. Esto se debió en gran parte a que me hospedé en una zona peligrosa de Harlem, a que caminaba distraída y a que no tomé las precauciones debidas. Cuando me empezaron a seguir un hombre y una mujer diciéndome dame tu bolso o ☹️%☹️ (algo que no entendí), me preocupé por no haber entendido la segunda parte de la frase, por lo que les pedí que me la repitieran, entonces él la repitió pero con una señal que parecía significar golpes, entonces yo dije no, inesperadamente para mí; el hombre trató de quitarme el bolso pero no se lo quise dar y grité por auxilio, por lo que se fueron momentáneamente cuando una señora les pidió que me dejaran en paz. Me fui caminando “tranquilamente” para que no pensarán que tenía miedo, y cuando casi iba a llegar a la pensión atacaron otra vez. Además de jalarme la bolsa, la mujer empezó a pegarme y yo a tratar de defenderme. Pensaba: ella tiene dos trabajos, pegarme y quitarme la bolsa, y yo, sólo pegarle, porque la bolsa la llevaba en la espalda, sujeta a un cinturón. Recordé que en mi adolescencia había tomado clases de karate y de algo me sirvieron hasta que ella, quien era bastante más alta y fuerte que yo, me dio un golpe en la cara que me hizo ver estrellitas (como en las caricaturas), así que empecé de nuevo a gritar por ayuda, por lo que apareció la misma señora que me había defendido y esta vez sí le hicieron caso y se fueron. Me cambié de pensión y al día siguiente en el desayuno un tipo cualquiera*



*me dijo ¿te enteraste de que ayer trataron de asaltar a una chica cuando iba a la iglesia? No sé por qué reaccioné así, yo siempre pensaba que en caso de que me asaltaran les daría todo con tal de que no me hicieran daño.*

*Tengo problemas para recordar las caras y si, por ejemplo, cambian el corte de pelo o se quitan la barba me cuesta trabajo reconocer de quien se trata. Consideraba esto como algo poco común, pero en una ocasión en un congreso me di cuenta de que yo no soy el único caso, me presentaron a un profesor cuatro veces, yo lo reconocí a la tercera y él nunca se dio cuenta de que ya nos habían presentado varias veces durante el congreso. Esa es una parte interesante de los congresos, todos los días conocemos a mucha gente... aunque es la misma.*

*Una de mis preocupaciones en serio es el cambio climático, porque algunos expertos dicen que aunque ya no generemos emisiones, de todas maneras el cambio climático se seguirá dando. Según un estudio reciente del Massachusetts Institute of Technology ni siquiera los estudiantes de ciencias tienen idea de lo que esto representa, mucho menos la población en general. Debemos pensar en ello para ver de qué manera se podrían evitar algunas de las catástrofes*

*que podrían ocurrir y, si no es posible evitarlas, cuando menos minimizar los daños. Por ejemplo, ir reubicando ciudades o ir cambiando la forma como están funcionando esas ciudades, medidas relativamente a corto plazo, porque estas situaciones están próximas. En mi área debemos trabajar en la reducción de emisiones generadas por el tráfico vehicular y las rutas de flotas de vehículos, y también en el análisis de los impactos de los desastres en las vías de comunicación, así como en el desarrollo de nuevos enfoques para resolver problemas de optimización sobre planificación de la atención a desastres y la recuperación de la infraestructura. 🚧*

• Licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación - UNAM - Mención Honorífica -

• Maestría en Ingeniería (Investigación de Operaciones) - UNAM - Mención Honorífica -

• Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" y Universidad Distrital "Fco. José, Caldas" - Colombia - Aprobación Meritoria -

• Dottorato di Ricerca in Ricerca Operativa (Doctorado en Investigación de Operaciones) - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Italia -



# Janet Jiménez Hernández

POR JOSÉ MANUEL POSADA DE LA CONCHA



*Estar en la UNAM es un sueño cumplido porque es la mejor universidad de Latinoamérica, y la calidad de los investigadores y los proyectos que aquí se realizan son de clase mundial.*

Con un inconfundible acento cubano, así inicia la plática con la licenciada Janet Jiménez quien realiza una estancia de investigación doctoral en el grupo del doctor Adalberto Noyola. Ella continúa:

*Yo, de formación soy bioquímica, egresada de la Universidad de La Habana, y por mi interés profesional y del doctorado que estudio en estos momentos, contacté vía Internet al doctor Noyola, gracias a referencias de otros compañeros y de varias publicaciones, pues su equipo trabaja en cosas similares a las que yo investigo: la digestión anaerobia. Esto me facilitó establecer un contacto laboral con el doctor Adalberto y que aceptara la tutoría de mi trabajo doctoral. Por esta razón, y con apoyo de una beca PRONABE —otorgada por acuerdo entre la SEP de México y el MES de Cuba— realizo actualmente una estancia de investigación de diez meses en este Instituto, que espero complementar con otras dos más entre éste y el próximo año. Estas becas son parte de un proyecto muy amplio, que el año pasado consistió en el intercambio de cien cubanos que realizaron estancias en universidades mexicanas y cien mexicanos que hicieron lo propio allá.*

*En la provincia de Sancti Spíritus, en el centro de Cuba, donde vivo y donde imparto clases en la Universidad que lleva el nombre del lugar, abundan las granjas porcinas y los arrozales, por lo que los desechos en ambos casos son abundantes. Por ello, en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental, en el edificio 5, analizo los procesos bioquímicos y microbiológicos de la digestión anaerobia de residuos agropecuarios e industriales del estiércol porcino, de la paja de arroz y de los residuos arcillosos de la industria petroquímica, que contribuyen grandemente a la contaminación en Sancti Spíritus. Lo anterior tiene dos fines: producir metano o biogás para uso energético y lograr una gestión integrada y ecológica de residuos. Lo que hago en el laboratorio es simular la reacción biológica que sucede en una planta de digestión anaerobia o de biogás, la cual reproduzco en pequeñas botellas y, a partir de eso, realizo una caracterización bioquímica y microbiológica de la microbiota que participa en la codigestión anaerobia de los residuos mencionados; así estudio la dinámica de este ecosistema en diferentes condiciones de temperatura y con la adición de micronutrientes, todo ello en aras de mejorar la eficiencia de la actividad metanogénica, y por ende, la producción de metano. Al final de mi estancia, presentaré mis resultados en un seminario, cuya evaluación forma parte de mi proceso de formación doctoral.*

Respecto a su vida en Cuba, platica: *Por suerte, los directivos de la Universidad de Sancti Spíritus apoyan al personal académico para que se capacite, y yo no tuve ninguna dificultad por ausentarme estos meses. Pero lo verdaderamente difícil de salir al extranjero es la familia. Yo estoy casada y tengo un hijo, que es lo que más extraño en todo este tiempo.*

*Llegar a México es una vivencia enriquecedora y de aprendizaje en muchos aspectos, algo que esperé toda mi vida, porque en mi casa les agrada la cultura popular mexicana y yo crecí escuchando canciones rancheras y norteñas. Estar aquí es una gran experiencia de manera muy personal, primero, por los detalles que a muchos se les harían de poca trascendencia, como viajar en avión o ver construcciones con demasiadas ventanas o tanto tráfico, cosa que en Cuba no estamos acostumbrados a hacer o a tener; pero también, por vivir en otra cultura: la comida (me encantan “las quesadillas de queso” como dicen ustedes y los hot cakes en la mañana), el clima —aunque he de confesar que el frío a mí me mata— y, en general, la convivencia con estudiantes, no sólo mexicanos, sino de otras partes del mundo.*

*Lo poco, quizás lo único, que no me agrada de acá, es que los mexicanos no saben bailar a la par que las cubanas. A las pruebas me remito. 🧩*

# Acción del viento sobre el puente Bojórquez, en Cancún, Quintana Roo

POR NEFTALÍ RODRÍGUEZ CUEVAS

El Instituto de Ingeniería y la Facultad de Ingeniería, ambos de la UNAM, establecieron un convenio de colaboración para determinar las condiciones de estabilidad de un tramo del puente Bojórquez, considerando las fuerzas que se presentarían durante un ciclón de máxima intensidad que se espera que puede ocurrir cada 200 años.

El objetivo principal de la investigación, solicitada por la SCT, fue entender los efectos que producirían los vientos generados por un ciclón de diseño en la zona donde se intenta construir el puente Bojórquez. Para ello, se construyó un modelo a escala de un tramo del puente, en el que se estudiaron sus propiedades aerodinámicas ante la acción del viento. También se analizó la información meteorológica sobre las condiciones históricas ocurridas en el sitio, por el paso de ciclones. Se establecieron las curvas aerodinámicas para definir la variación de coeficientes adimensionales que controlan la estabilidad de dicha estructura. Con estos estudios, se hicieron las recomendaciones pertinentes para determinar la vida útil del tramo estudiado del puente.

En el protocolo propuesto para la investigación, se establecieron las siguientes metas:

- Construir un modelo a escala 1:33, de carácter aerodinámico, con los materiales necesarios para soportar la acción del viento durante el proceso de pruebas.
- Instrumentar el modelo con catéteres piezométricos, conectados al sistema de medición HYSCAN, en dos secciones transversales del modelo, equidistantes entre sí y los extremos del modelo.
- Instalar y calibrar el modelo en la sección de pruebas del túnel de viento del IIUNAM, de manera que gire sobre un eje longitudinal.
- Medir la distribución de presiones en puntos elegidos en cada sección transversal, cuando se somete el modelo a la acción del viento, con once ángulos de ataque diferentes respecto a la posición horizontal del modelo.

- Obtener los coeficientes de arrastre,  $C_D$ ; de empuje transversal,  $C_L$ , y de momento torsionante,  $C_M$ , para definir la magnitud y posición de la resultante de la acción del viento, al presentarse diferentes ángulos de ataque del viento, respecto a la superficie de rodamiento del puente.
- Estudiar las condiciones que podrían conducir a la inestabilidad de la superestructura del puente.

La Facultad de Ingeniería de la UNAM presentó el proyecto para construir un puente en planta curva, con el objeto de mejorar la vialidad de la zona hotelera de Cancún, QR, sobre la laguna Bojórquez, formado por 24 tramos, cada uno de ellos de 32 m de longitud (fig 1).

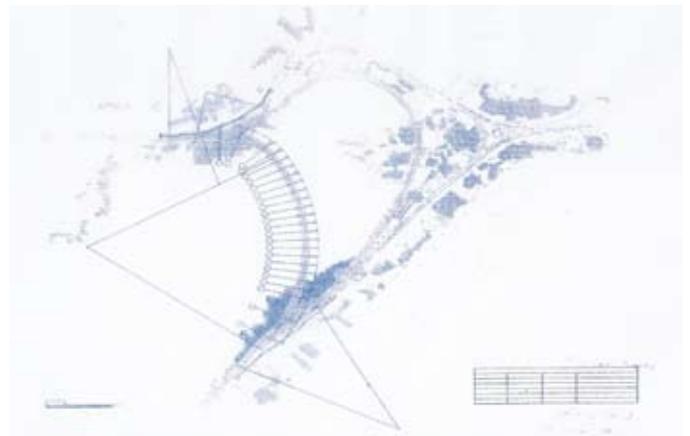


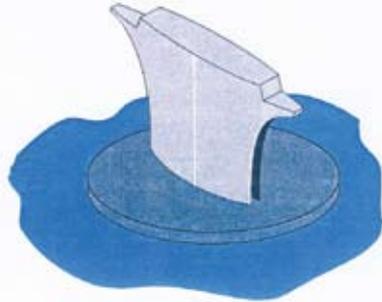
Fig 1 Vista en planta del desarrollo del puente, sobre la Laguna Bojórquez

Las figs 2 y 3 muestran la concepción constructiva para erigir el puente. En la fig 2 se puede apreciar el procedimiento para hincar pilas que alcancen el estrato de roca sedimentaria, localizado a aproximadamente 17m de profundidad, bajo la superficie media de la laguna Bojórquez.

En la parte superior de las pilas se construirá la columna de apoyo de cada tramo de puente, donde se apoyarán cuatro

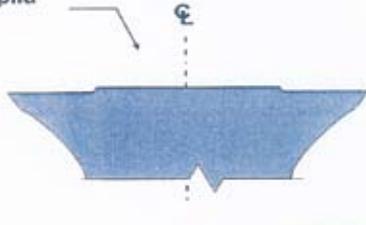


PERSPECTIVA DE LA COLUMNA.



PESO CON UN METRO DE EMPOTRAMIENTO = 90 ton.

1: Se coloca la pila (16 ton)



2: Se colocan las traveses. (109 ton c/u)

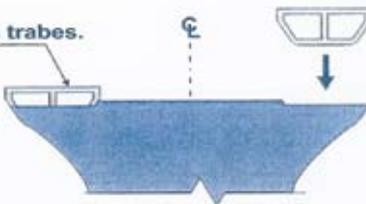
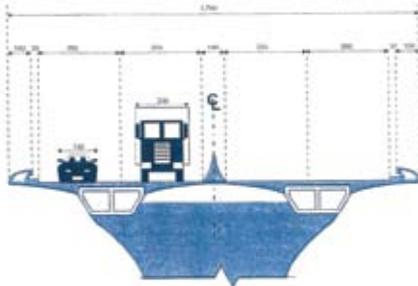


Fig 2 Etapas constructivas del puente sobre la Laguna Bojórquez

4: Se colocan los parapetos y la barrera central.



SUGERENCIAS PARA LA VENTILACIÓN ENTRE LAS PARTES INFERIOR Y SUPERIOR DEL PUENTE

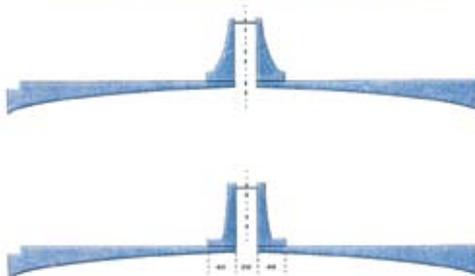


Fig 3 Concepción estructural de un tramo del puente sobre la Laguna Bojórquez

extremos de los tramos precolados, de 32 m de claro. Sobre éstos se colará *in situ* una losa superior, que servirá como superficie de rodamiento de seis carriles de circulación, con un ancho total de 20.6 m; se proyecta construir dos parapetos laterales y una barrera central para dividir el tránsito. Ésta separará cada tramo, y permitirá la circulación de aire entre las partes inferior y superior del puente, lo que mejorará la circulación del aire alrededor del puente y modificará la acción del viento sobre cada uno de sus tramos.

Los parapetos laterales de la calzada se diseñaron para que el flujo de aire durante ciclones, provoque un flujo laminar sin vórtices, y evitar así los fenómenos aerodinámicos que ocasionan vibraciones importantes en el puente.

## RÉGIMEN METEOROLÓGICO DEL SITIO

Por su posición geográfica, la península de Yucatán está expuesta a vientos de alta intensidad, provocados por las zonas de alta temperatura en el mar Caribe y los fenómenos circulatorios de la atmósfera entre mayo y noviembre, que originan ciclones y tormentas tropicales.

En el periodo comprendido entre 1851 y 2000, se ha presentado un número importante de eventos ciclónicos y tormentas tropicales, cuya distribución se muestra en la fig 4. Así, en las cercanías de Cancún, con coordenadas 86.80°W, 21.23°N; se han presentado más de 54 eventos con vientos de alta velocidad, lo que corresponde a una frecuencia relativa próxima a 0.35, en los 150 años de observación.

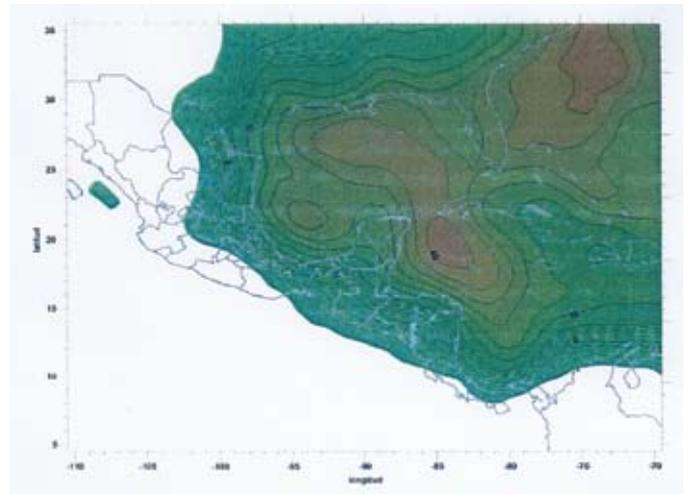


Fig 4 Distribución del número de tormentas tropicales y huracanes, entre 1851 y 2000

Se puede establecer que durante este último periodo de observación, la velocidad máxima registrada en la zona de

Cancún no sobrepasa 220 km/h. Al comparar este dato con la información estadística que publicó la CFE en el capítulo de Diseño por viento del *Manual de Diseño de Obras Civiles*, para un periodo de retorno de 100 años, se puede determinar que mientras la velocidad máxima sostenida es 173 Km/h, el periodo de retorno de 200 años se estima que presentaría 185 Km/h como velocidad máxima sostenida. Ambos estudios se basaron en datos obtenidos en el observatorio de Cozumel, QR (fig 5).

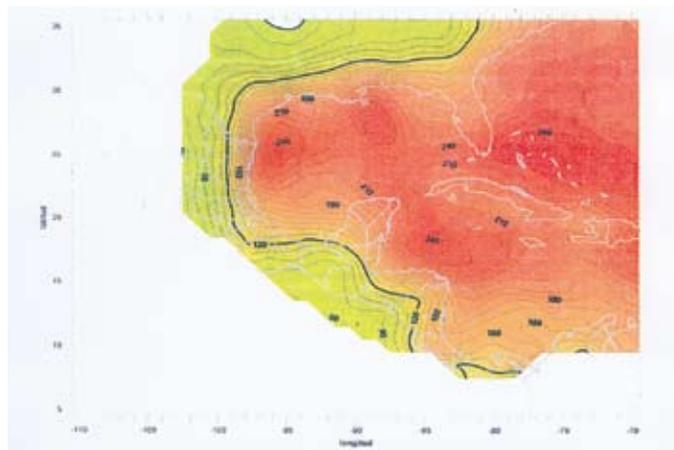


Fig.5 Velocidad de vientos máximos sostenidos, durante ciclones tropicales, entre 1851 y 2000 (km/h)

A fin de dilucidar la velocidad regional de diseño a 10 m de altura sobre el terreno, se revisó información sobre las velocidades de viento sostenidas entre 1851 y 2006, causados por fenómenos meteorológicos generados por el paso de eventos ciclónicos o por tormentas tropicales. En este periodo de 156 años, se detectaron 54 eventos de alta velocidad del viento, en la zona próxima a Cancún, de los cuales 26 fueron tormentas tropicales y 28, ciclones. Según su categoría, los ciclones fueron: diez de categoría 1, once de categoría 2, seis de categoría 3 y uno solo, Allen, de categoría 4, que se aproximó sin tocar tierra, el 8 de agosto de 1980, con velocidad máxima sostenida próxima de 150 nudos.

Recientemente, en 2005, el ciclón Wilma azotó la zona de Cancún (figs 6a y 6b) y al pasar el ojo del ciclón cerca del puerto, adquirió categoría 3, cuya velocidad máxima sostenida estuvo entre 178 y 210 km/h, como se establece en la escala Saffir-Simpson.

Por otra parte, la información de las mediciones obtenidas en varias estaciones automáticas ubicadas en la costa de la península de Yucatán, por el Centro Nacional de Huracanes (NOAA), durante el paso del ciclón Wilma permiten conocer que la velocidad máxima sostenida en isla Mujeres, durante nueve horas, resultó de 90 nudos o sea 167 Km/h.

EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO DEL HURACÁN WILMA, A LO LARGO DE SU TRAYECTORIA



Fig 6a Trayectoria del ciclón Wilma

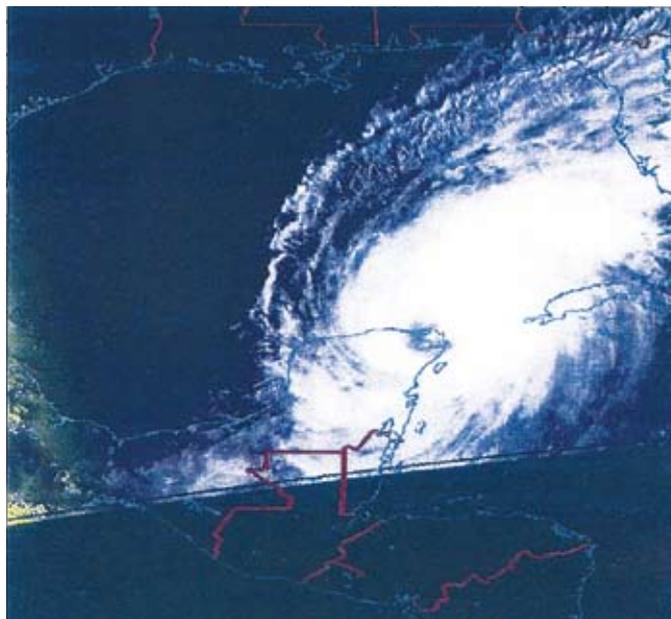


Fig 6b Ciclón Wilma, sobre el puerto de Cancún

Datos publicados por el Sistema Meteorológico Nacional indican que este ciclón entró a tierra cerca de playa del Carmen, QR, casi a la medianoche del 21 de octubre de 2005; en el transcurso del día se degradó rápidamente, hasta alcanzar una velocidad sostenida de 160 Km/h a las 18 horas. Durante las siguientes 24 horas mantuvo este nivel de velocidad máxima sostenida, hasta el 23 de octubre, en que abandonó tierra e incrementó nuevamente su velocidad al salir al mar. Durante el tiempo que permaneció en tierra, la presión atmosférica se mantuvo en 960 milibares, mientras que al tocar tierra llegó a 930 milibares.



En los registros de ciclones de categoría 3 que han penetrado en la región de Cancún, destaca el ciclón Gilberto, que el 15 de septiembre de 1988 tocó tierra, a una velocidad sostenida de 213 Km/h y una presión atmosférica de 944 milibares. Previamente, este ciclón alcanzó categoría 5, en una posición distante de Cancún. Al entrar en Cancún se degradó, y a las 6 h GMT, su velocidad descendió a 194 Km/h, y siguió así durante el resto del día. La presión atmosférica ese día, se mantuvo cerca de 944 milibares.

El resto de los ciclones de categoría 3 no han tocado tierra cerca de Cancún, por lo que los datos de los dos ciclones anteriores representan las acciones más desfavorables ocurridas en los 155 años de historia de ciclones en la zona. Por ello, se considera que los datos estadísticos correspondientes a 200 años representan las condiciones regionales de diseño para ese periodo de retorno. La presión barométrica correspondiente resulta próxima a 944 milibares. También se estudió la variación de la velocidad sostenida con la altura, marea de tormenta y altura significativa de oleaje.

## ENFOQUE TEÓRICO DEL PROBLEMA

Una vez definidas las variables que controlan el diseño por viento, de una estructura en Cancún, se revisaron las bases teóricas para establecer la acción del viento sobre el tramo de puente en estudio.

Los puentes son estructuras sensibles a los efectos producidos por el viento, que puede inducir vibraciones indeseables en algunos de los modos de vibrar de la estructura portante. Esos movimientos dependen de las fuerzas que se generan al interactuar el puente con el viento, las cuales son función de la forma geométrica de la sección transversal del puente, de sus dimensiones y de las propiedades dinámicas del viento y la estructura.

El sistema de fuerzas resultantes de la interacción con el viento se puede representar, en la mayor parte de los puentes, mediante aproximaciones lineales, mientras las características aerodinámicas de la cubierta del puente no muestren una alta dependencia con la variación del ángulo de ataque,  $\alpha$ , que se establece entre la dirección media del viento y la superficie de rodamiento del puente. Además, al aumentar el claro libre del puente, existe mayor posibilidad de aparición de efectos no lineales.

En los avances recientes para modelar las fuerzas aerodinámicas, se establecen variables que controlan el movimiento generado por la velocidad media del viento, las vibraciones

auto excitadas y los efectos de la turbulencia. Es común expresar esas fuerzas de interacción, como la suma, a un valor medio, del efecto auto excitable y las fuerzas variables en el tiempo.

Para conocer el comportamiento de una estructura, se recurre a pruebas en túnel de viento, donde se puede controlar la velocidad del viento y el ángulo de ataque. Por ello, se hicieron pruebas en un modelo a escala del puente en estudio, colocado en diversas posiciones dentro de la sección de pruebas del túnel de viento del II UNAM, con el fin de conocer las funciones que definen a los coeficientes adimensionales, con los cuales se pueden establecer las fuerzas que produce el viento y resolver las ecuaciones diferenciales que controlan el movimiento del puente por la acción del viento.

Estas pruebas para evaluar las fuerzas producidas por la interacción con el viento, se hacen con modelos a escala que reproducen geométricamente la forma y dimensiones del puente. En el escalamiento de dichos modelos y del viento, es importante evitar la influencia de las paredes de la sección de pruebas del túnel de viento, así como tratar de que el modelo no ocupe más del 15 % del área transversal. Para este estudio, se seleccionó la escala 1:33, con el fin de estudiar con detalle el efecto del flujo sobre el modelo.

La selección de la velocidad del viento dentro del túnel es arbitraria y en pruebas de secciones de puentes es común usar velocidades menores de 15 m/s. Se seleccionaron cuatro velocidades de prueba, para observar los coeficientes locales de presión y su variabilidad con el cambio de velocidad. En el intervalo seleccionado, entre 6.3 y 15.7 m/s, los coeficientes locales de presión en los puntos de medición seleccionados, mostraron un bajo coeficiente de variación.

Las pruebas realizadas para definir las presiones locales mediante un modelo rígido instrumentado en varios puntos, permitieron: calcular los coeficientes locales de presión, conocer los coeficientes aerodinámicos que definen las fuerzas de interacción del viento con el modelo y, mediante los coeficientes adimensionales  $C_L$ ,  $C_D$  y  $C_M$ , definir las bases para el análisis estructural del puente.

En el modelo a escala se definió con claridad la forma de los parapetos laterales, ya que de su geometría, depende de manera significativa la distribución de las presiones generadas por el viento

Se utilizó el método de vórtices aleatorios, para analizar el campo de flujo alrededor de las secciones transversales del puente, con y sin parapetos laterales. Los resultados obtenidos mostraron que la selección adecuada del tipo de parapeto, es significativa para disminuir la velocidad del viento sobre la superficie de rodamiento del puente, y que su altura y forma alteran los valores de los coeficientes aerodinámicos; mientras menor sea la altura, más disminuyen los coeficientes de arrastre.

Para los elementos horizontales de los parapetos laterales, se seleccionó un perfil aerodinámico tipo NACA 66-015, donde las pruebas aerodinámicas mostraron fuerzas de arrastre prácticamente nulas y no se presentaron diferencias en las velocidades sobre y bajo el perfil, lo que evita la generación de vórtices.

El modelo fue fabricado con placas de acrílico, y en sus extremos se colocaron diafragmas de rigidez, para poder ubicarlo dentro de la sección de pruebas del túnel de viento. En esos elementos de rigidez, se pusieron conectores de latón, a fin de conectar los catéteres unidos a los puntos de medición seleccionados. Dos modelos de geometría similar, con separación entre ellos, formaron al modelo de prueba, cuyo peso total fue 10.044 kg.

MODELO DEL PUENTE, ESCALA 1:33, COLOCADO EN LA SECCIÓN DE PRUEBAS DEL TÚNEL DE VIENTO



Fig 7a Vista lateral de la sección de prueba



Fig 7b Dispositivo para controlar el ángulo de ataque

En dos secciones transversales, equidistantes de los diafragmas de rigidez, se efectuaron perforaciones, para establecer conexión con los puntos de medición.

Las figs 7a y 7b muestran el modelo colocado en la sección de pruebas del túnel de viento, y el dispositivo para controlar el ángulo de ataque del viento.

## INSTRUMENTACIÓN USADA DURANTE LAS PRUEBAS.

En cada uno de los puntos de medición seleccionados, se colocó estratégicamente un catéter de poliuretano, adherido con pegamento y conectado a dispositivos ZOC, en los cuales la presión del aire se transformó en una señal analógica, mediante sensores piezoresistivos, los cuales proporcionaron señales, que se transmitieron a la consola del sistema HYSCAN 1000, que se utilizó para definir numéricamente la presión generada en cada punto de medición.

En adición a estos puntos de medición, se colocó en la parte frontal del modelo, un tubo *Pitot*, conectado al sistema de medición, para definir la presión de estancamiento. A partir de ese valor, al dividir la presión medida en cada punto del modelo entre la presión de estancamiento, se definieron los coeficientes locales de presión, válidos tanto para el modelo como para el prototipo, según lo establece el teorema de Buckingham.

Además, cerca del extremo del tubo *Pitot*, se colocó un anemómetro de hilo caliente con el cual se monitoreó la velocidad del viento en la sección de pruebas, la cual se controló por un inversor, que vigiló la velocidad del rotor de aluminio que genera el flujo de aire dentro del túnel de viento. Se llevó además, registro de temperatura y humedad alrededor de la sección de pruebas.

Después de verificar el buen funcionamiento de todas las conexiones de los catéteres a los puntos de medición, y de que el sistema de medición funcionara correctamente, se estableció un programa de pruebas constituido esencialmente por dos condiciones de prueba:

- Prueba del modelo con la ventana abierta
- Prueba del modelo con la ventana cerrada.

Conocidos los coeficientes locales de presión promedio, se registraron las presiones de cada sección transversal de prueba. También se calcularon las áreas tributarias y se definieron las fuerzas normales asociadas a cada área tributaria.

Las fuerzas obtenidas, con la dirección definida por el signo del coeficiente local de presión, se proyectaron sobre dos ejes ortogonales. Además, se calculó el momento de dichas fuerzas respecto al centroide de cada sección transversal, para definir la posición de la resultante de las fuerzas producidas por la acción del viento.

Las fuerzas así calculadas, se proyectaron en otro sistema de ejes centroidales, para conocer los valores de  $C_L$ ,  $C_D$ , y



$C_M$  en cada sección transversal instrumentada; se obtuvo su valor promedio para cada ángulo de ataque del viento medio sobre la sección transversal del puente, y estos valores se graficaron.

Con el fin de evaluar las fuerzas resultantes de la acción de un viento de alta velocidad (220 km/h), se evaluaron las fuerzas que se pueden generar sobre un tramo de 32 m de largo, al aparecer vientos medios de alta velocidad en Cancún.

Se hicieron gráficas de la variación de las fuerzas resultantes de arrastre, de levantamiento y del momento respecto al centróide, en función del ángulo de ataque del viento medio, respecto a la superficie de rodamiento del puente en estudio. Estas fuerzas son las generadas en el tramo de puente, y no consideran los efectos que el viento produce en las pilas de soporte, ni las acciones que se puedan inducir en las pilas por la marea de tormenta, ni por el efecto de oleaje en la zona costera.

## COMENTARIOS FINALES

Con esta investigación, se identificaron las variables básicas para analizar y diseñar la estructura portante de un puente que soporta la acción de vientos huracanados. Para ello se establecieron:

- el intervalo de velocidades regionales que se presentan en la región de Cancún
- la marea de tormenta y el oleaje máximo en la zona
- la variación con la altura de la velocidad sostenida dentro del ojo del ciclón
- los coeficientes aerodinámicos básicos, ante diversos ángulos de ataque.

Al usar estos valores para estudiar la respuesta media combinada de las pilas de soporte y la superestructura, para establecer las dimensiones definitivas de la estructura portante, se recomienda considerar la existencia de diafragmas de rigidez entre las trabes precoladas, tanto sobre los apoyos, como en los tercios de cada claro, con el fin de separar los periodos de flexión y de torsión. Así se logra que la velocidad crítica de viento que produce separación inestable de la capa límite que rodea al puente, resulte mayor al límite superior de las velocidades probables durante un ciclón, obtenidas en esta investigación.

Por otra parte, para estimar los valores máximos de velocidad instantánea, se revisó la información obtenida de las mediciones de un ciclón intenso (Isabel, 2003), tanto en la costa, como en boyas marinas.

En 51 estaciones terrestres, el cociente resultante de dividir la velocidad máxima instantánea entre la velocidad máxima sostenida resultó 1.37, con un coeficiente de variación de 11 %, y para 21 boyas marinas el cociente resultó 1.29, con un coeficiente de variación de 7%. Las normas británicas sobre ciclones recomiendan para vientos ciclónicos, un cociente próximo de 1.4. 



Con la participación  
de las mujeres hacemos  
**UNAMEjor**  
Universidad

Igualdad entre  
mujeres y hombres  
Nuestra manera de ser Pumas

100 UNAM PUMAS

Esperamos tu opinión en:  
[www.pueg.unam.mx](http://www.pueg.unam.mx)

## Mantenimiento de la Infraestructura del II UNAM



Antes



Después

Gracias al apoyo de Rectoría, la Secretaría Técnica del II UNAM efectuó varios trabajos de mantenimiento correctivo mayor en las instalaciones del Instituto. Estas labores, que forman parte del programa de mantenimiento anual de 2009, se realizaron en vacaciones por razones obvias –afirmó el arquitecto Aurelio López Espíndola–.

Durante estas vacaciones de diciembre se dio mantenimiento a las máquinas del taller mecánico, se pintó la herrería de los tres niveles, así como las fachadas norte y sur del edificio 1, se pintaron las guarniciones y líneas de los cajones de estacionamiento y se cambió la techumbre del taller de carpintería, que era de asbesto, por una de concreto. Además, se dio, por primera vez, mantenimiento mayor a los arcos de la nave del edificio 3. También se mejoraron los baños de los edificios 8 y 11, donde se cambiaron los muebles y mezcladoras, por otros que ahorran agua.

En consideración a la necesidad de contar con una infraestructura eléctrica adecuada al crecimiento del Instituto,

se construyó un local para instalar una planta eléctrica de emergencia que va a respaldar principalmente a los edificios 1 y 2; se instaló un sistema de tierras con el fin de proteger a los equipos y usuarios de posibles descargas eléctricas, además de eliminar problemas de variación de voltaje que puedan afectar los equipos de cómputo y red de telefonía.

En la subestación 3, se hicieron trabajos en las líneas de conducción, previendo el futuro crecimiento de la red eléctrica.

En el edificio 3, se cambió el antiguo tablero eléctrico por uno moderno de 30 circuitos

En el edificio 6, se le dio mantenimiento correctivo al botaguas metálico que sirve para evitar que se filtre el agua por la cancelería. Parte del botaguas se cambió, se pintó la herrería y se selló al 100%. Por último, se colocó una reja metálica para proteger la zona de oficinas de este edificio. 🏠



Antes



Después



# DEFENSORÍA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS



**Emergencias al 55-28-74-81**

Lunes a Viernes  
9:00-14:00 y 17:00-19:00 hrs.  
Edificio "D", nivel rampa frente a *Universum*  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
Estacionamiento 4

**Académicos  
y  
Estudiantes:  
La Defensoría  
hace valer sus derechos**

Teléfonos: 5622-62-20 al 22

ddu@servidor.unam-mx

Fax: 5606-50-70



Extienden la más atenta invitación para  
asistir al **taller teórico-práctico** titulado:

## Mediciones y empalmes de fibras ópticas en OPGW

**Ponente: Ing. Félix Poy Segura**  
*Sales manager of Prysmian Cables  
and Systems*



**Aula 1. Edificio 8. Instituto de Ingeniería**  
**Jueves 18 de febrero. 10:00 hrs**

Considere que el taller teórico-práctico tiene un horario de 10:00 a 17:00 h. (14:00 a 15:00 h, comida). Dado que el cupo es limitado, por favor regístrese para respetar su lugar poniéndose en contacto con:  
Nancy Contreras al correo: [nancycontreras7@hotmail.com](mailto:nancycontreras7@hotmail.com)

**REGISTRO GRATUITO Y CUPO LIMITADO**





Lunes 4 de enero de 2010

## Crean programa para evaluar pérdidas por desastres naturales

Investigadores de la UNAM elaboraron el programa R-Fonden, programa cuyo objetivo es evaluar las pérdidas por desastres naturales

CIUDAD DE MÉXICO, México, ene 4, 2010.- Investigadores de la UNAM elaboraron el programa R-Fonden, Sistema de Estimación de Pérdidas para el Riesgo de la Infraestructura Federal, Estatal y Municipal, cuyo objetivo es evaluar las pérdidas por desastres naturales.

Los creadores del proyecto, Eduardo Reinoso Angulo y Mario Gustavo Ordaz Schroeder, aseguraron que la vulnerabilidad de México a los fenómenos naturales hace indispensable fortalecer la atención de los daños que ocasionan.

Indicaron que el Fondo de Desastres Naturales (Fonden) impulsa ese proyecto a través de Agroasemex, el cual permite estimar, de manera probabilística, las pérdidas en la infraestructura pública y los apoyos de acuerdo a las reglas de operación del organismo ante un evento natural.

Los científicos del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) explicaron que se crearán los mecanismos de aseguramiento de la infraestructura pública y de atención de los daños causados por sismos, inundaciones y ciclones.

**Nota completa:** <http://www2.esmas.com/noticierostelevisa/ciencia-y-tecnologia/127015/crean-programa-evaluar-perdidas-desastres-naturales>



Lunes 14 de diciembre de 2009

## Distingue el Estado a Blanca Elena Jiménez por diseñar métodos de tratamiento del agua

### “Mientras no podamos beber del grifo estaremos en subdesarrollo”

Según criterios internacionales, hasta 12 millones de mexicanos no tienen acceso al líquido, dice: *No es la población la que desperdicia el recurso, sino las autoridades*, afirma la investigadora.

Blanca Elena Jiménez Cisneros, investigadora del Instituto de Ingeniería (II) de la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM), advierte que mientras en México el agua del grifo no pueda beberse, existan tinacos y cisternas para almacenar el líquido y falten sanitarios públicos abiertos, el país continuará en el subdesarrollo.

Por años, la académica ha dedicado gran parte de su labor científica al desarrollo de métodos innovadores para el análisis, el tratamiento y el reuso del agua, lo que la hizo acreedora al Premio Nacional de Ciencias y Artes 2009 en el área de tecnología y diseño, que comparte con José Luis Leyva Montiel, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Jiménez lamenta que aun cuando el agua está relacionada directamente con la salud, el desarrollo económico y el medio ambiente, las autoridades mexicanas de todos los niveles de gobierno “carezcan de voluntad política” para impulsar proyectos de manejo sustentable, reuso, cobertura, saneamiento y tratamiento del líquido.

**Nota completa:** <http://www.jornada.unam.mx/2009/12/14/index.php?section=cultura&article=a10n1cul>

Con mención honorífica, Azucena Escobedo obtuvo el grado de doctora, el pasado 4 de diciembre. Su tesis, titulada: *Análisis y modelación del consumo de energía eléctrica en edificios universitarios con base en usos finales y parámetros arquitectónicos: Caso UNAM-CU*, fue codirigida por el doctor David Morillón, investigador del Instituto de Ingeniería y coordinador del Grupo de Energía y Mecánica.

La investigación analiza el comportamiento energético de cinco edificios pertenecientes al campus de Ciudad Universitaria, y se integró en varias etapas: levantamiento de las cargas eléctricas, levantamiento arquitectónico, levantamiento eléctrico con el fin de elaborar el diagrama unifilar y mediciones de los principales parámetros eléctricos de cada uno de los edificios.

La aportación del trabajo se centra en la obtención de indicadores energéticos para cada tipo de uso de las edificaciones, así como para usos finales de energía eléctrica. Los indicadores energéticos (*benchmarking*) son herramientas importantes dentro de todo programa de ahorro y uso eficiente de energía.

Los valores analizados darán la oportunidad de realizar el seguimiento de las acciones tomadas dentro de un proyecto de ahorro de energía, así como de determinar los potenciales de ahorro.

Este trabajo presenta las bases para establecer las líneas de acción en una gestión energética integral dentro de Ciudad Universitaria e incluso en otros campus de educación superior siguiendo las mismas condiciones de análisis.

Las líneas de investigación que se derivan de este trabajo pueden ser, incluso, transdisciplinarias, con la Facultad de Arquitectura y la Dirección General de Obras. En este momento, se dirige una tesis de licenciatura de la Facultad de Arquitectura y se tiene un proyecto PAPIIT para automatizar la metodología desarrollada.



El pasado 2 de diciembre, Thalía Huanosta Gutiérrez obtuvo el grado de maestra en ingeniería ambiental con el trabajo de tesis *Aprovechamiento de escorias como adsorbentes y catalizadores para remover fenol*, dirigido por la doctora Rosa María Ramírez Zamora, investigadora de la Coordinación de Ingeniería Ambiental.

Las escorias son el subproducto de menor valor generado en los procesos metalúrgicos de obtención y purificación de metales. El objetivo del trabajo consiste en evaluar, desde un punto de vista técnico, la aplicación de las escorias de hierro, acero y cobre como adsorbentes y catalizadores en procesos de remoción de fenol en una solución sintética (molécula modelo).

El trabajo experimental se dividió en tres etapas principales. En la primera se determinaron las principales características fisicoquímicas, que están asociadas a propiedades adsorbentes y catalíticas, de una escoria de cobre y de otras cinco de hierro y de acero. En la segunda etapa se realizaron cinéticas e isotermas de adsorción de fenol (molécula modelo) para determinar respectivamente el tiempo para alcanzar el equilibrio del proceso de adsorción y la capacidad de adsorción de las escorias evaluadas. En la tercera etapa, con el objetivo de evaluar las propiedades catalíticas de las seis escorias utilizadas en este trabajo, se realizó una prueba preliminar de cinéticas de oxidación, aplicando la escoria y peróxido de hidrógeno. Al final de la reacción se cuantificaron los contenidos iniciales y finales de

fenol, de Fe lixiviado y de  $H_2O_2$ . Para la escoria con la mejor eficiencia mostrada en esta prueba preliminar de oxidación de fenol, se aplicó un diseño de experimentos de tipo factorial  $2^k$  con dos repeticiones en el punto central. Tuvo como objetivo específico evaluar el efecto simultáneo de cuatro variables o factores de influencia (pH, dosis de  $H_2O_2$ , tiempo de reacción y relación másica  $Fe_{\text{ESCORIA}}: H_2O_2$ ) y sus interacciones sobre el proceso de oxidación con escorias y peróxido de hidrógeno. Además se buscó la aproximación a los valores óptimos de eficiencia del sistema. Finalmente se estudió la presencia de los productos primarios de la oxidación de fenol.

Con los resultados finales, se determinó, por una parte, que todas las escorias evaluadas en este estudio presentaron una baja factibilidad para ser aplicadas como adsorbentes de la molécula de fenol. Por otra parte, la escoria de cobre (CU) presentó una alta factibilidad técnica para ser aplicada como catalizador para la degradación del fenol en solución sintética. Los valores próximos a la optimización del sistema con escoria de cobre/ $H_2O_2$ , para la máxima oxidación de fenol calculada (95.75%), con escoria de cobre y peróxido de hidrógeno, fueron las siguientes: pH=4, tiempo=224 min,  $[H_2O_2]=224$  mg/Lmg/L, relación másica  $Fe_{\text{ESCORIA}}: H_2O_2=4$  a 1.

## PRODUCCIÓN Y DISPOSICIÓN DE ESCORIAS

Hornos de producción de escoria como subproducto de la fundición de cobre



Transporte al sitio de disposición (se transporta y verte al sitio)



Solidificación de la escoria en el sitio (se queda depositada)



El 4 de diciembre de 2009, Francisco Javier Hernández Ayón obtuvo el grado de doctor en arquitectura, con mención honorífica. Presentó la tesis *Energía incorporada y emisiones de  $CO_2$  en la edificación. Metodología para evaluación del nivel de sustentabilidad de materiales de construcción. Caso de estudio: el acero*, la cual fue dirigida por el doctor David Morillón Gálvez, investigador de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas.

Se aplica la metodología al caso de estudio del acero, y se determina el nivel de sustentabilidad de la producción de una tonelada de acero en México. El resultado es que las dos tecnologías principales de producción de acero en México rebasan la capacidad de absorción y eliminación de los sumideros de carbono de la Tierra, por lo que se consideran no sustentables. Finalmente se analiza el impacto del uso del acero en la vivienda.

Con base en la normatividad del Análisis del ciclo de vida, la tesis presenta una metodología para analizar la energía incorporada y las emisiones de  $CO_2$  de origen fósil durante las etapas de extracción, transporte y fabricación de materiales de construcción. Presenta además, el desarrollo y determinación para México de un indicador llamado *capacidad de carga óptima de  $CO_2$* , el cual se basa en la capacidad de absorción y eliminación de los sumideros de carbono de la Tierra, lo que permite identificar el nivel de sustentabilidad de los materiales de construcción respecto del consumo de energía y las emisiones de  $CO_2$  generados durante sus etapas de producción.



El 4 de diciembre del año en curso, Jesús Chávez Galán obtuvo el grado de doctor en ingeniería (energía) con la tesis titulada: *Evaluación experimental de propiedades térmicas de materiales de construcción nacionales y desarrollo de ventanas ahorradoras de energía*, dirigida por el doctor Rafael Almanza Salgado, investigador titular de la Coordinación de Mecánica y Energía.

En esta investigación, debido a la poca o nula información sobre las propiedades térmicas de los principales materiales de construcción nacionales, se hicieron algunas mediciones de conductividad térmica mediante una técnica alternativa (basada en el método de *Kondratyev*), para muestras de ladrillo rojo, tepetate, adobe, tabicón y concreto. Los resultados están en concordancia con los valores mencionados en bibliografía internacional. Esta técnica tiene ventajas sobre las tradicionales debido a que no existen pérdidas de humedad en la muestra, además de la corta duración de las mediciones.

Por otro lado, se estimaron coeficientes de convección para muros de ladrillo rojo, tepetate, adobe y concreto. Las mediciones fueron realizadas en el Túnel de viento del Instituto de Ingeniería, para un intervalo de velocidades de viento de 2 a 10 m/s y los resultados obtenidos se encuentran entre 14-71 W/m<sup>2</sup>K, según el material evaluado, posición del muro y velocidad del viento.

Además, se desarrollaron filtros solares con base en óxidos de hierro, mediante sputtering, los cuales consisten en películas delgadas de óxido de hierro depositadas sobre sustratos de vidrio cal-sosa. Los filtros solares presentan propiedades selectivas a la radiación solar, por lo que pueden ser usados en las ventanas de una edificación para impedir el paso de calor hacia el interior durante temporadas calurosas, mientras que durante épocas de frío su función sería disminuir la pérdida del calor generado en el interior.

Con el software *Energy 10*, se hicieron simulaciones del comportamiento térmico de una casa-habitación con dos fines: evaluar el impacto en el diseño térmico de edificaciones cuando se emplean datos experimentales (se encontraron disminuciones en el consumo estimado de por lo menos 10%) y estimar el ahorro de energía por el uso de los filtros solares en las ventanas (se estimó un ahorro de energía entre 5 y 6%).



Conductividad

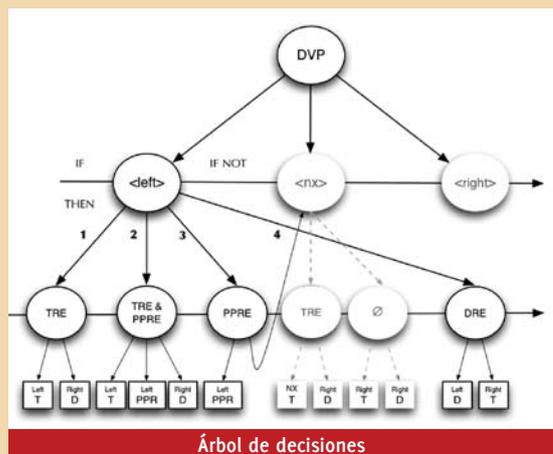
El pasado 22 de octubre, Rodrigo Alarcón Martínez obtuvo el título de doctor en ciencias del lenguaje y lingüística aplicada con la tesis *Descripción y evaluación de un sistema basado en reglas para la extracción automática de*

*contextos definitorios*, en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (UPF), España. Su tesis fue codirigida por la doctora Carme Bach, de la Universitat Pompeu Fabra y el doctor Gerardo Sierra, investigador del Instituto de Ingeniería.

En esta investigación se desarrolló un sistema denominado ECODE, para la extracción automática de definiciones en textos especializados. El sistema está basado en reglas lingüísticas para detectar los patrones definitorios, lo cual supone una importante ayuda en el proceso de elaboración de recursos léxicos, como diccionarios, glosarios, antologías y tesauros. En la actualidad, un sistema de este tipo supone un considerable ahorro de tiempo y esfuerzo humano, ya que automatiza el proceso manual de buscar y extraer información para comprender el significado de un término, en grandes cantidades de textos.

Asimismo, la tesis del doctor Alarcón, quien ha colaborado desde 2000 en el Grupo de Ingeniería Lingüística a cargo del doctor Sierra, supone un avance importante en el de-

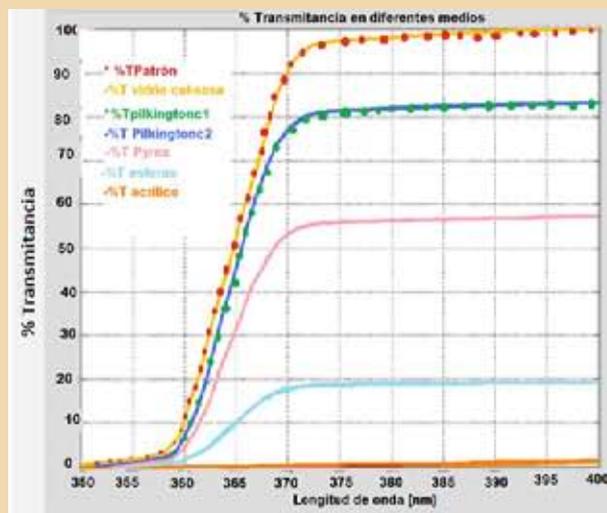
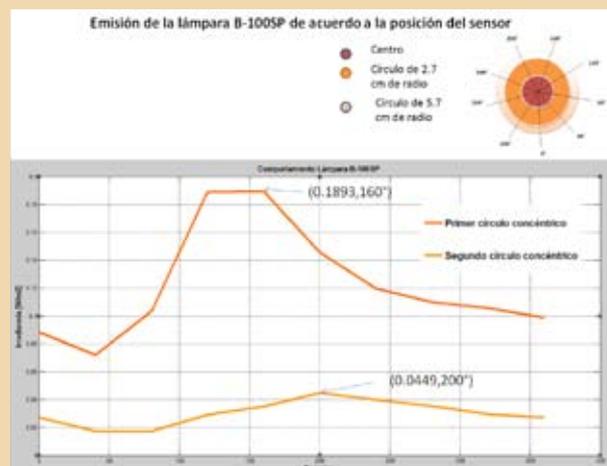
sarrollo del proyecto DESCRIBE, enfocado a la extracción de información sobre definiciones de la Web.



El pasado 23 de noviembre, Lourdes Angélica Quiñones Juárez se graduó como ingeniera en eléctrica-electrónica, con la tesis: *Transmitancia de la radiación ultravioleta en diferentes medios para su aplicación en proyectos de energía solar*, bajo la dirección del doctor Rafael Almanza Salgado, investigador titular y responsable de la planta solar del Instituto.

En este trabajo se obtuvo el comportamiento espectral de la lámpara B-100SP de UVP (Ultra Violet Products); el estudio se realizó con un espectroradiómetro *Field Spec Pro* de ASD (*Analytical Spectral Devices*). Así se identificó la distancia óptima entre la lámpara y el sensor para obtener la irradiancia máxima. Además se determinó que la irradiancia máxima se obtiene en el rango de 362-364 nm. Para el estudio espectral de la lámpara se diseñó un arreglo con una gráfica polar en un plano, la cual sirvió para ubicar el sensor en diferentes posiciones, con el objetivo de obtener la distribución de la irradiancia de la lámpara en dicho plano.

Con los valores de irradiancia obtenidos con el espectroradiómetro *Field Spec Pro*, se pudo realizar el estudio de la transmitancia de la radiación ultravioleta en diferentes medios, mismo que será de gran utilidad para el diseño de fotorreactores con niveles de eficiencia más altos. Éstos son los dispositivos en los cuales se llevará a cabo la fotocatalisis para la desintoxicación del agua, proyecto que actualmente se desarrolla en la Planta Solar.



*Un buen escritor expresa grandes cosas con pequeñas palabras; a la inversa del mal escritor, que dice cosas insignificantes con palabras grandiosas. Ernesto Sabato<sup>1</sup>*

## BUENOS PROPÓSITOS PARA ESCRIBIR MEJOR

El inicio del año motiva planes para superar el desempeño en nuestros puntos débiles del año pasado (y/o los anteriores). A quienes quieran en 2010 trabajar en serio para mejorar su forma de redactar, les propongo algunos puntos “por perseguir”, para comunicarse con eficacia, es decir aprovechando su información y transmitiéndola de manera inequívoca. En el caso de los ingenieros esto es básico porque sus trabajos influyen en muchas decisiones de importancia.

### PENSAR DESPACIO PARA ESCRIBIR DEPRISA

Algunos seres privilegiados toman la decisión de escribir algo y un hilo los conduce casi mágicamente a redactar muy bien, sin esfuerzo. El resto de las personas debemos:

- Antes de escribir, juntar toda la documentación sobre el asunto, profundizar en él y enfocar la redacción hacia el orden más trascendente.
- Sopesar con cuidado las partes importantes y organizarlas para que lo escrito tenga sentido y se facilite la comprensión: de lo general a lo particular, a la inversa, en orden cronológico o por importancia. En el campo de las ciencias es frecuente que los artículos tengan introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones. Hacer un esquema ayuda a recordar todas las partes importantes y a eliminar los detalles superfluos.

### CONCISIÓN Y CLARIDAD

Estas son las cualidades más preciadas del lenguaje del ingeniero. Algunas claves para lograrlas son:

- Escribir frases cortas con ideas completas.
- Usar bien la gramática, puntuación y ortografía.
- Utilizar palabras sin ambigüedad, que se conozcan bien. Los diccionarios del idioma y la especialidad son nuestros aliados en esto.
- Cuidar la concordancia en tiempos verbales, así como en género y número.
- No abusar de los pronombres y, al usarlos, que sus antecedentes sean evidentes.



- Desterrar los gerundios solitarios o como adjetivos.
- Vigilar las expresiones incompletas. Hay que tener cuidado con los verbos transitivos y con las frases del inglés que se traducen al español sin cuidado.
- Podar los adjetivos.
- Evitar palabras superfluas y “frases hechas”.
- Evitar la repetición de ideas.
- Ir directamente al asunto sin perderse en detalles, pero evitar el laconismo.
- Utilizar más la voz activa que la pasiva.
- Presentar sólo hechos esenciales y exactos, sin desviación ni exageración.
- Abarcar el tema completo, pero mantener el escrito lo más breve posible. Si es necesario, las explicaciones pueden incluirse en apéndices.

### COHERENCIA

Ésta depende del desarrollo y la disposición lógica de un tema y sus elementos. Se logra considerando el asunto desde el comienzo hasta el fin y ordenando sus partes con lógica y armonía entre sí, para facilitar la comprensión y el razonamiento.

### Y REVISAR

Nunca dejen ir un escrito sin revisarlo bien. Los errores impresos están expuestos a la crítica mientras el texto existe, no desaparecen enseguida como los del habla, aunque éstos también deban cuidarse.

Sobre todo, disfruten más y mejores libros cada año.

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

<sup>1</sup> Doctor en física por la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) e investigador del MIT, dejó en 1943 el trabajo científico para dedicarse a la literatura y la pintura. Extrañamente, su apellido se escribe sin acento, aunque se pronuncia como palabra esdrújula.



# Reunión | 2009 Informativa Anual

[ FEBRERO 9 Y 10, 2010 ]

Auditorio de la Torre de Ingeniería

# Segundo Informe de Actividades

Dr Adalberto Noyola Robles

[ FEBRERO 10, 2010. 12 H ]

Auditorio de la Torre de Ingeniería



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

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

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