

EDITORIAL: CAPTAR Y RETENER A JÓVENES INVESTIGADORES

**GENERACIÓN DE MAPAS DE INTENSIDADES SÍSMICAS
EN TIEMPO REAL PARA EL TERRITORIO NACIONAL**

**MAPA DE RIESGO PARA LA SALUD EN UN ÁREA
CONTAMINADA CON HIDROCARBUROS DE MÉXICO**

REDUCTOR DE VELOCIDAD DE ENGRANES MAGNÉTICOS

Entrevista a Arturo Palacio Pérez

Portada: zona de esparcimiento, edificio 5, Instituto de Ingeniería

Visita www.ii.unam.mx



YouTube

facebook

EDITORIAL 2 • PREMIOS Y DISTINCIONES 3 • NOTICIAS Y ACONTECIMIENTOS ACADÉMICOS 4 •
REPORTAJES DE INTERÉS 8 • QUIÉNES SOMOS, QUIÉNES NOS VISITAN 10 • ENTREVISTA 11 •
IMPACTO DE PROYECTOS 14 • REDACCIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA 23 •



CAPTAR Y RETENER A JÓVENES INVESTIGADORES

En el pasado número de nuestra gaceta presenté lo que a mi parecer son los seis principales retos académicos que deberá enfrentar nuestro instituto en los próximos años. En esta ocasión quiero abundar sobre el primero de ellos: captar y retener a investigadores jóvenes, para contrarrestar la pérdida de conocimiento al renovar la planta de investigadores.

El tema es sin duda una de las principales preocupaciones en las diversas entidades académicas de la UNAM y en otras universidades públicas del país. Ante la falta de plazas nuevas para incorporar a jóvenes académicos y las deficientes condiciones de jubilación a las que se tiene derecho, sin duda es urgente instrumentar nuevos esquemas desde el nivel de la administración central para resolver este asunto que a todos preocupa.

Sin embargo, no podemos permanecer en espera de que la solución llegue y que el tema se resuelva en corto plazo. Debemos actuar en el ámbito de las posibilidades del Instituto, con imaginación y sentido de previsión. Para ello, se tiene muy avanzada una propuesta de becas posdoctorales de mayor duración, de 3 a 5 años, con cargo a los indirectos generados a partir de los ingresos extraordinarios que obtiene nuestro instituto. Se espera concluir el diseño de este programa en este mismo mes, para luego presentarlo ante las instancias académicas y administrativas de la UNAM, con el objeto de obtener su visto bueno. La meta es iniciarlo en el segundo semestre del presente año.



Esta propuesta se basa en que ante la falta de plazas para jóvenes investigadores, es posible captarlos por hasta 5 años para que demuestren sus capacidades con vista a contratarlos en caso de que durante ese tiempo se libere una plaza por jubilación o deceso, o bien mediante la creación de una nueva. En este arreglo, se tendría el beneficio de la transmisión de experiencia y conocimiento por parte del investigador titular con el que trabajará el joven posdoctorante, ya que coincidirían en el tiempo, en el espacio y en intereses académicos. Esta posibilidad no se logra cuando el investigador experimentado se retira y su plaza vacante es ocupada por un joven investigador, ya que se pierde un acervo de experiencia académica muy valioso.

Una característica propia de este programa es que la posición posdoctoral se otorgará a una línea de investigación y a su respectivo investigador titular, quien deberá buscar, seleccionar y proponer al candidato. Es decir, se apoyarán líneas de investigación y sus respectivos perfiles académicos, y no solo a jóvenes doctores con sólidos currículos. Será necesaria una discusión académica y con alto sentido institucional para identificar aquellas líneas y a sus investigadores que recibirán el apoyo. El avance en la planeación que se tiene en las cédulas de las coordinaciones, concluidas al final del año pasado, será también un valioso apoyo para la toma de decisiones en este sentido.

Este nuevo esquema pretende, por lo tanto, incorporar por un máximo de 5 años a jóvenes doctores que respondan a los perfiles de las líneas de investigación que sean seleccionadas como pertinentes para el futuro del Instituto. En ese tiempo se harán evaluaciones anuales rigurosas con base en programas y metas de trabajo detallados, con el fin de terminar la colaboración en caso de que estas no se cumplan. Una evaluación intermedia, a los 3 años, será particularmente cuidadosa, y todos los indicadores deberán ser positivos para continuar con el apoyo. En paralelo, se integrará una lista de prioridad entre los posdoctorantes, para ingresar con plaza en el momento que una se libere o sea creada. Con ello, se tendrá inmediatamente al candidato idóneo para ocuparla, pues ya habrá mostrado sus capacidades, su compromiso y su identificación con los valores del Instituto.

Este programa podrá recibir críticas y opiniones contrarias, ya que sin duda puede ser mejorado, pero lo considero una propuesta válida y oportuna que responde a las limitaciones actuales en materia de contrataciones, además de que adelanta los procesos de selección y prueba de nuestros futuros colegas investigadores. Pasemos a su primera aplicación.

Adalberto Noyola Robles
Director



PREMIO “JOSÉ A. CUEVAS” 2010 A ACADÉMICOS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

El Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C. (CICM), otorgó por unanimidad el Premio “José A. Cuevas” 2010, a principios de marzo de este año, a los académicos del Instituto de Ingeniería, Dr. José Alberto Escobar Sánchez y Dr. Roberto Gómez Martínez y al exbecario de nuestra dependencia, Dr. Ramsés Rodríguez Rocha, por el artículo “Damage Detection in Instrumented Structures Without Baseline Modal Parameters”.



José Alberto Escobar



Roberto Gómez Martínez

Este premio “es instituido por el CICM de México con el propósito de reconocer el esfuerzo y el talento de aquellos ingenieros civiles que, por sus artículos técnicos valiosos o relevantes, realizados en beneficio de la sociedad o del país, lograron dar mayor realce a la ingeniería civil en México, como lo hicieron en vida los ilustres mexicanos cuyos nombres ostentan estos premios y merecen, por tanto, el reconocimiento público de sus colegas y de la sociedad.”

¡Enhorabuena! 🎉

Para tener más información sobre los académicos premiados, así como del artículo, consulta la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.

MEDALLA ALFONSO CASO



El pasado 9 de diciembre de 2011, el Dr. Eduardo Bárzana García, secretario general de la UNAM, informó que el Consejo Universitario aprobó la propuesta del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería con dictamen favorable de la Comisión del Mérito Universitario, para otorgar al Dr. Dorian Prato García la medalla Alfonso Caso en reconocimiento a su brillante desempeño académico, como el graduado más distinguido en 2010 en los estudios de doctorado en ingeniería. Prato García realizó la tesis intitulada *Tratamiento de colorantes azo mediante un sistema híbrido químico-biológico*, bajo la dirección del Dr. Germán Buitrón Méndez, en la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería.

¡Muchas felicidades! 🎉

Para tener más información del doctor Dorian Prato, contacta al doctor Germán Buitrón en la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.



DR. SERGIO ALCOCER M. DE CASTRO DICTA CÁTEDRA EN LA UNIVERSIDAD DE STANFORD

En pasados días, el Dr. Sergio M. Alcocer, coordinador de Innovación y Desarrollo de la UNAM e investigador del Instituto de Ingeniería, dictó la cátedra *Shah Family Fund* en la Universidad de Stanford, Estados Unidos.

El fondo de la familia Shah, establecido en 1995, se destina a apoyar anualmente tres rubros: becar a estudiantes de ingeniería civil, otorgar un premio para un académico destacado del Colegio de Ingeniería y la impartición de una conferencia distinguida en manejo de riesgos catastróficos.

El Dr. Haresh Shah, experto mundial en teoría de probabilidades y riesgo, es profesor emérito de la Universidad de Stanford y miembro fundador de Risk Management Solutions, Inc., una empresa líder en evaluación y gestión de riesgos.

La cátedra del Dr. Alcocer se intituló “Retos para alcanzar la seguridad sísmica en países en desarrollo”, y en ella estableció un diagnóstico de la seguridad sísmica en los países en desarrollo,



tanto en lo referente a los temas ingenieriles, como en aquellos que tienen componentes sociales, económicos y culturales.

A partir del diagnóstico abordó los principales retos que enfrentan las sociedades de nuestros países para mitigar las consecuencias de los temblores. Entre los retos destaca la necesidad de vincular el concepto de seguridad con un incremento del bienestar de las familias, en especial de aquellas mayormente vulnerables. Dentro de los sectores más vulnerables se encuentran las personas con menores ingresos, de edad avanzada, niños, enfermos y personas con capacidades diferentes.

En su plática presentó varios ejemplos exitosos de programas de mitigación del riesgo sísmico, tanto en viviendas de autoconstrucción, como en edificaciones formales, a partir de los cuales propuso lecciones y consideraciones para incluir en planes de mitigación.

También abundó sobre algunas de las preocupaciones que han surgido entre sismólogos e ingenieros a raíz de sismos recientes, como el de Tohoku, Japón, en 2011. Este evento demostró la posibilidad de que se genere un gran sismo mediante la ruptura de zonas de contacto interplacas que ya se habían roto en el pasado inmediato. Este tipo de sismos, de darse en las costas del Pacífico mexicano, producirían intensidades elevadas en la zona epicentral y en la ciudad de México, de modo que los reglamentos de construcción deben revisarse y, en su caso, adecuarse.

Finalmente, Alcocer cuestionó los procesos de fortalecimiento de la seguridad sísmica en países desarrollados, como Japón y Nueva Zelanda, y señaló las posibles similitudes en el diagnóstico y los retos entre los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo. ■■

Para obtener más información sobre la cátedra del doctor Sergio Alcocer, contáctalo dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.

CONGRESO DE LA ACADEMIA DE INGENIERÍA EN LA UNAM

Los pasados días 22, 23 y 24 de febrero se llevó a cabo el V Congreso de la Academia de Ingeniería en las facultades de Ingeniería y de Química y en el Instituto de Ingeniería, todos de la UNAM. Los objetivos de este congreso fueron los siguientes: a) revisar las propuestas de solución de la ingeniería, la academia y la investigación en el planteamiento de soluciones para

el desarrollo nacional, integrando los criterios y puntos de vista más relevantes; b) integrar las contribuciones de la Academia de Ingeniería al documento de la ingeniería mexicana para su presentación al presidente electo de la república en las elecciones de 2012; y c) lograr la participación de los ingenieros en las posiciones clave y de la toma de decisiones del gobierno.



Esaú Vicente (segundo de derecha a izquierda), y a su derecha Hiroaki Akiyama y Yuki Saito, acompañados por estudiantes del Instituto de Ingeniería.

- Enviar recursos humanos mexicanos de alta calificación a Japón para que participen gratuitamente (normalmente por esto hay que pagar cientos de miles de dólares), ya sea en el desarrollo del modelo de ingeniería (2012) o bien, en el modelo de vuelo espacial (2013) del primer satélite UNIFORM que Japón construirá y lanzará al espacio para validar el primer satélite de la constelación.
- Participar como usuarios de los productos de los satélites UNIFORM, los que en principio realizarán la detección de incendios en tiempo real en todo el planeta, y que podrán tener otras aplicaciones de acuerdo con las necesidades de los socios de la constelación.

Esta no sería la primera vez que el IIUNAM colabora con estas instituciones japonesas, pues tenemos como antecedente la participación del Dr. Esaú Vicente en el programa de entrenamiento de líderes en tecnología CANSAT en Japón en 2011.

Durante su estancia, los doctores Hiroaki Akiyama y Yuki Saito visitaron la Torre de Ingeniería, donde los recibió el ingeniero Ragnar Trillo de la Secretaría Técnica, quien explicó que este edificio es un espacio para el desarrollo de proyectos multidisciplinarios e interdisciplinarios, especialmente sobre ciencia y tecnología.

También platicaron con el Dr. Jaime Moreno, coordinador de Ingeniería Eléctrica y Computación.

Por su parte, el doctor Esaú Vicente presentó los trabajos que está desarrollando su grupo, y de los que se llevaron una grata impresión. Además, nuestros visitantes impartieron dos conferencias para estudiantes: "UNIFORM, CANSAT and other Japanese Space Programs for collaboration with México" y "Space Activities and projects from Next Generation Space Technology Research Association".

Por último, visitaron la Facultad de Ingeniería, y los institutos de Geografía y de Astronomía, y le agradecieron al Dr. Esaú Vicente y a las autoridades del Instituto de Ingeniería su hospitalidad.

La intención de esta visita es establecer un intercambio continuo de experiencias profesionales entre los expertos de ambos países. 🇲🇽

Contacta a los doctores Hiroaki Akiyama y a Yuki Saito por medio de Esaú Vicente dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.



tecnología, así como información en tiempo real de lo que ocurre en conferencias o eventos especiales, como la RIA o la Semana de Riesgos.



La red social profesional es LinkedIn, usada cada vez más por las áreas de Recursos Humanos y Vinculación de las empresas más grandes del mundo; cuenta con más de 100 millones de usuarios que publican sobre sus logros profesionales, con el objetivo de encontrar contactos para proyectos laborales y de investigación. En LinkedIn el Instituto de Ingeniería tiene una página en la que gracias a la información que se comparte ya se tienen registrados 259 seguidores y 92 empleados.



YouTube, además de ser ya el segundo motor de búsqueda más usado en el mundo, es también una de las redes sociales con mayor interacción (comentarios, "me gusta" y demás acciones de quien ve los videos), y se publican cerca de 24 horas de videos nuevos cada minuto. El IIUNAM cuenta con un canal que siguen 21 suscriptores. En este canal se han publicado 16 videos que han sido reproducidos en poco más de 1200 ocasiones.

Para el Instituto de Ingeniería, las redes sociales se han convertido en espacios en los que además de dar a conocer información, podemos acercarnos de manera directa a investigadores, estudiantes y demás interesados en nuestras actividades, sin importar la distancia.

Te invitamos a ser parte de esta comunidad y a participar en los eventos que próximamente se darán a conocer. 📌



EL INSTITUTO DE INGENIERÍA EN:



<http://twitter.com/IIUNAM>



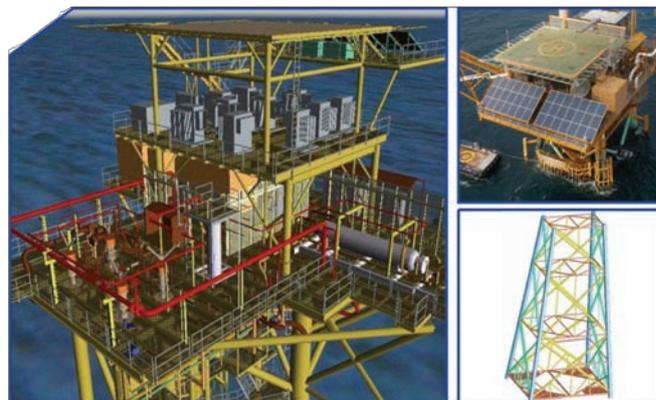
<http://www.youtube.com/IINGENUNAM>



<http://www.facebook.com/profile.php?id=100001056287616&ref=mf>



Figuras a), b), c) y d), estructuras petroleras. a) Subestructura tipo octápodo



b) Subestructura tipo tetrápodos

permite disminuir la viscosidad del petróleo pesado. Como el bioreductor es de origen biológico, no afecta ni las características del crudo, ni al medio ambiente, y representa un valor agregado.

En la industria del petróleo hay muchas cuestiones que resolver, y se convierte en un aspecto primordial la explotación y el transporte del crudo pesado; considerando que las reservas que quedan a nivel mundial en un 75% son de este tipo, es sin duda uno de los problemas que tenemos que atender. PEMEX enfrenta situaciones muy delicadas, entre ellas está tener que evitar a toda costa que se paren sus plantas de crudo pesado porque para echarlas a andar nuevamente hay que calentar los ductos que por lo general están bajo el mar, lo que hace que el procedimiento sea muy difícil y costoso.

Los tipos de petróleo que tenemos son ligero, pesado y extrapesado; esta clasificación depende de su viscosidad. De los crudos, el que se vende más caro es el ligero porque no se requiere invertir grandes cantidades de dinero para procesarlo, pero desafortunadamente es el que se está terminando.

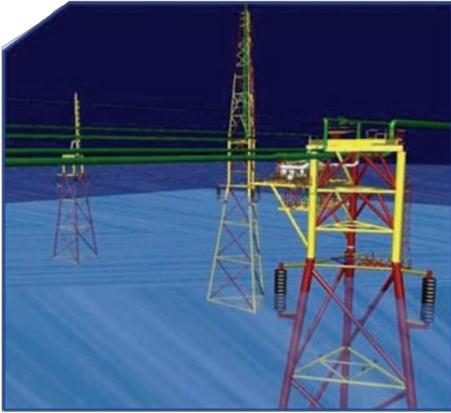
El tema de los procesos industriales es muy extenso y presenta muchos retos, y típicamente aquellos se encuentran asociados con la industria de generación eléctrica y la petroquímica. Nosotros en la CIPIA (Coordinación de Ingeniería de Procesos Industriales y Ambientales del Instituto de Ingeniería) trabajamos en diversos aspectos de los procesos industriales de las plantas de PEMEX, que van desde la optimización de los sistemas energéticos, los de producción de yacimientos, el transporte, la descarga de gases, etc., hasta el análisis de cómo se puede afectar al ambiente a través de las descargas, y los riesgos que pueden representar esos procesos. Hacemos estudios para saber qué pasa si llegara a explotar algún equipo o tanque, si ocurriera una explosión y, por supuesto, presentamos las recomendaciones para mitigar, hasta donde sea posible, el riesgo de implementar esos nuevos procesos en sus plantas.

Como muchas personas saben, uno de los objetivos del Instituto de Ingeniería es dar solución a problemas de interés nacional, realizando investigación en ingeniería, pero considero que esa investigación siempre debe ser aplicada. En un país como México, donde faltan muchas cosas de primera necesidad, no es posible pensar en estar únicamente publicando artículos en revistas indizadas para enriquecer el currículo u obtener mejores calificaciones, cuando se requiere mejorar las condiciones de vida, y en nuestro caso podemos cooperar ayudando a optimizar los procesos a fin de que se presenten menos riesgos que pueden poner en peligro tanto a las instalaciones como a la población. En mi caso personal, este tipo de aportaciones deja sin duda más satisfacciones.

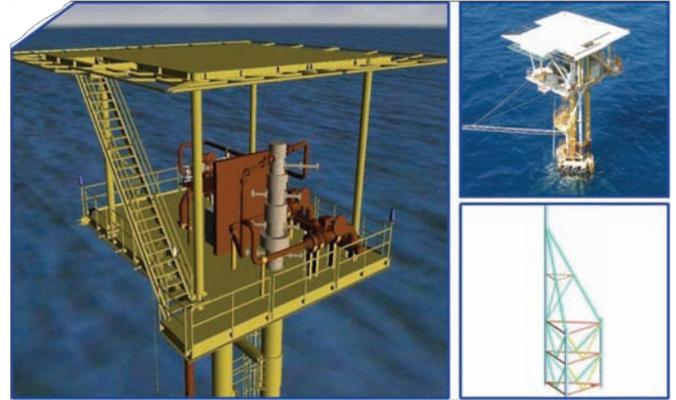
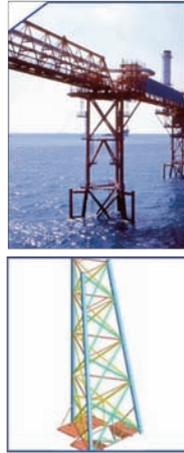
Poco a poco se ha ido modificando la forma de calificar a los ingenieros dentro de los procesos de la UNAM; finalmente parece que ahora van a tomar en cuenta los informes técnicos, creo que es justo. Si estuviéramos en un país del primer mundo tal vez nos podríamos dar el lujo de dedicar la mayor parte de nuestro tiempo a escribir artículos para revistas especializadas.

En lo personal creo que en México tenemos muy buenos ingenieros, y considero que son aquellos que siempre están innovando, aquellos que están teórica y prácticamente preparados. En cuanto a los profesores, siempre he pensado que los buenos maestros no son los que vienen a recitar libros, sino aquellos que pueden transmitir a los alumnos sus experiencias y cómo han resuelto los problemas que se les han presentado en la práctica profesional. En mi opinión, creo que los planes de estudio en la UNAM son adecuados, lo único que agregaría sería mayor número de prácticas profesionales y de clases en los laboratorios. Es necesario que los alumnos conozcan los equipos industriales, como compresores, turbinas, etc. También es muy importante el intercambio académico con otros países.

Yo siempre recomiendo a mis alumnos que salgan al extranjero para que aprendan, no solo la parte de la ingeniería, sino otras



c) Subestructura tipo trípode



Subestructura tipo sea pony

culturas, formas de trabajar, de vivir, de resolver situaciones etc.; les sugiero que regresen a México, aunque muchas veces se quedan en otros países por razones lógicas. Esto es necesario; yo tuve la oportunidad de hacer una estancia posdoctoral con el Prof. Brian Spalding en el Imperial College de la Universidad de Londres, y recuerdo que el principal problema que tuve que enfrentar fue mi temor a no estar bien preparado, pero pude comprobar que en México tenemos una buena formación comparable con la de otros países del mundo. Esta manera de ver la vida y de ir confrontando los problemas la fui aprendiendo poco a poco; en cambio, mis cuatro hijos tienen una cualidad en común, y es que además de que siempre son positivos y optimistas les gusta innovar, siempre ven posibilidades de triunfar.

Cada uno de ellos estudia carreras muy diferentes: el mayor terminó Filosofía y está realizando una maestría en Periodismo Político; el segundo estudia Economía en el ITAM, el tercero cursa el cuarto semestre de Ingeniería Química en la UNAM y el cuarto está por terminar la prepa y quiere estudiar Contaduría Financiera para dar asesorías a empresas. A los cuatro les encanta el fútbol, igual que a mí, y a dos de ellos les gusta la música: el grande toca la batería y el más chico la guitarra.

Cuando yo era becario del Instituto me gustaba tocar la guitarra, era "beatlemaniaco", formamos un grupo e incluso concursamos en Radio Universal, y de 500 participantes quedamos en el sexto lugar, no nos fue tan mal. Pero ahora muy eventualmente cantamos, mal, pero parejo y con ganas. También jugué mucho tiempo frontenis y sigo siendo atlantista de hueso colorado.

De mi papá y mi mamá tengo los mejores recuerdos. Mi padre nos dio total libertad de elegir nuestra carrera profesional; él era cardiólogo y además de trabajar en el IMSS tenía su consultorio, por lo que generalmente estaba ocupado. En el fondo creo que le hubiera gustado que varios de nosotros fuéramos médicos, pero la única que siguió sus pasos fue mi hermana mayor, que es

cardióloga, y mi otra hermana estudió Psicología. Mi mamá jugaba mucho conmigo juegos de mesa como turista, damas, etc. La verdad era muy tierna y cariñosa, y eso lo dicen todos los que la conocieron.

Por último, te comento que me encantaría que tanto en el Instituto de Ingeniería como en el resto del país no nos pusieran obstáculos en nuestro trabajo, ojalá que nos dejaran hacer lo que necesitamos para tener un México mejor. Me gustaría que los auditores y los contralores no fueran personas que solo justifican su trabajo poniendo trabas. Esto no es tan difícil; yo he podido comprobar que sí se puede, y lo digo porque cuando realicé un sabático en el IMTA, disfruté conocer al contralor porque era una persona que apoyaba; antes de hacer los proyectos te aconsejaba en qué fallas no debías incurrir. En cambio, hay ocasiones en las que estas personas desean que cometas el más mínimo error para pisarte. Considero que antes que nada las personas deben ser honestas.

Actualmente creo que las cosas van mejorando en este sentido. Espero que la UNAM no se convierta en un aparato burocrático lleno de reglamentos y leyes que acaban dejándote sentado porque para no violarlos lo mejor es no hacer nada. En los proyectos, lo más importante es que existan razones técnicas que justifiquen la elaboración de los trabajos que se van a realizar.

A estas alturas de mi carrera considero que estamos en la etapa más productiva, ya que contamos con la preparación y la experiencia que se requieren para tener éxito en los trabajos de investigación que desarrollamos. 📌

Contacta al Dr. Arturo Palacio dentro de la página del Instituto de Ingeniería:
www.ii.unam.mx



EN EL MES DE ENERO PASADO SE LLEVÓ A CABO LA REUNIÓN INFORMATIVA ANUAL 2011 DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA. A PARTIR DE ESTE NÚMERO DE LA GACETA PRESENTAREMOS LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE AHÍ SE MOSTRARON.

GENERACIÓN DE MAPAS DE INTENSIDADES SÍSMICAS EN TIEMPO REAL PARA EL TERRITORIO NACIONAL

POR HÉCTOR SANDOVAL G., LEONARDO ALCÁNTARA N., DANNY ARROYO E., M. DEL ROSARIO DELGADO D., MARIO ORDAZ S., CITLALI PÉREZ Y., ARTURO QUIROZ R. Y ANA L. RUIZ G., INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

RESUMEN

Como parte de los productos creados por el sistema de información de la Red Sísmica Mexicana (RSM), se diseñó la aplicación de cómputo llamada GENMAPS. La finalidad de este programa es la generación de mapas nacionales de intensidades sísmicas en tiempo real. Dichos mapas hacen posible que las instancias gubernamentales cuenten con un panorama general de la severidad del movimiento sísmico poco tiempo después de ocurrido un evento, y que evalúen con mayor claridad las prioridades al ejecutar planes de respuesta y auxilio a la población.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Ingeniería de la UNAM opera una red acelerográfica que se localiza en regiones que pueden generar sismos intensos, y en otras que, sin tener dicho potencial, pueden ser seriamente afectadas. La red está integrada por 110 estaciones de campo libre y cubre la costa del Pacífico que va desde Tepic hasta Tapachula, y la del golfo de México en los estados de Veracruz y Tabasco. Además, en la región central del país se monitorea la actividad sísmica en los estados de Guanajuato, México, Puebla, Tlaxcala y el Distrito Federal (figura 1). Con los trabajos de ampliación y modernización del proyecto Red Sísmica Mexicana se logró la transmisión y la recepción de señales en tiempo real vía Internet bajo un protocolo de comunicación permanente TCP/IP, desde algunas de las estaciones (22) hasta el Puesto Central de Registro (PCR), ubicado en la planta baja del edificio 1 del Instituto de Ingeniería (figura 2). Las señales sísmicas se administran y monitorean con el software libre Earthworm. Durante la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor o igual a 5, las señales de las estaciones agrupadas en diferentes regiones del país se utilizan para generar un mapa de intensidades en la región epicentral.



Figura 1. Red acelerográfica del Instituto de Ingeniería

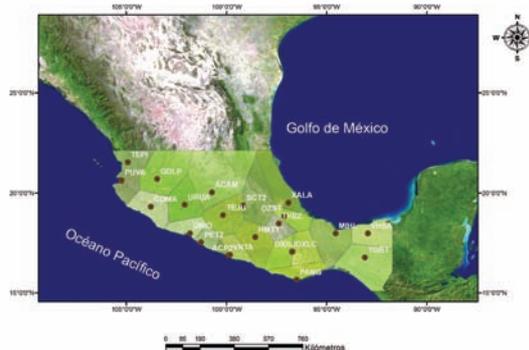


Figura 2. Estaciones con transmisión de datos en tiempo real hacia el PCR

GENERACIÓN DE MAPAS

Como parte de los productos creados por el sistema de información de la Red Sísmica Mexicana (RSM), se diseñó la aplicación de cómputo llamada GENMAPS, la cual es el resultado del trabajo conjunto de las coordinaciones de Instrumentación Sísmica, Ingeniería Sismológica y Servicios de Cómputo. La filosofía del programa estriba en la generación de eventos por disparo (*trigger*) con base en un algoritmo STA/LTA (Johnson *et al.*, 1995), que calcula de forma continua los promedios de las lecturas en cada estación con 4 criterios diferentes para estimar si existe un evento de disparo. La finalidad del programa es la generación de mapas nacionales de intensidades sísmicas en tiempo real.

El procedimiento de generación contenido en GENMAPS se divide en cuatro etapas, como se muestra en la figura 3.

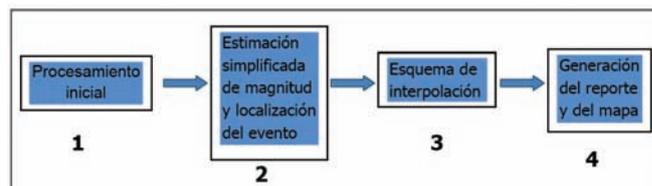


Figura 3. Etapas de cálculo del programa GENMAPS

Etapa 1. En esta etapa los acelerogramas recibidos son corregidos por línea base, se selecciona la componente horizontal con la máxima aceleración del terreno, y se eliminan los registros que pudieran contener datos erróneos.



Etapa 2. En esta etapa se hace una estimación aproximada de la magnitud y de la localización epicentral.

El método está inspirado en el trabajo de Kanamori (1993), quien a partir de aceleraciones máximas observadas y de un modelo de atenuación mostró que es posible estimar la ubicación del epicentro de un evento sísmico. Con la magnitud y la ubicación del epicentro como parámetros libres se ajustó un espectro de Fourier teórico de fuente puntual (modelo w^2) a los espectros de Fourier de los acelerogramas registrados (figura 4). Con el método utilizado es posible tener estimaciones de la magnitud, la cual se relaciona principalmente con el intervalo de frecuencias bajas de los espectros de Fourier registrados, mientras que la posición del epicentro es una función principalmente de frecuencias altas. Como parámetros del espectro teórico se utilizaron los datos reportados en Singh *et al.* (1989) para la zona de subducción mexicana con un parámetro de esfuerzo (D_s) de 150 bar.

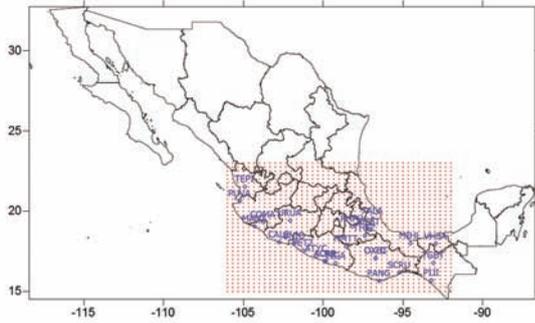


Figura 4. Sitios en los que se estima el valor de las demandas espectrales del terreno

Etapa 3. En esta etapa se estima el valor de la aceleración máxima del terreno en otros sitios, con base en los valores observados en las estaciones consideradas y en los valores de magnitud y localización epicentral calculados en la etapa 2.

Como esquema de interpolación se utilizó la técnica conocida como *kriging* bayesiano, propuesta por Kitanidis (1986). La interpolación utiliza el modelo de atenuación propuesto por Arroyo *et al.* (2010) para los eventos sísmicos interplaca de subducción, y para los eventos intraplaca se considera el modelo de atenuación de García (2005).

Etapa 4. Finalmente, con los datos calculados para la malla de interpolación se dibujan los mapas de intensidades. El programa genera mapas en los formatos "jpeg" y "shape" (.shp) de los valores de PGA y PGV, y de aceleración espectral para diferentes periodos que pueden ser establecidos por el usuario, además de reportes de los valores calculados en formato "txt". La información es enviada de manera automática por diferentes medios de comunicación a diversas instancias gubernamentales relacionadas con la toma de decisiones en caso de desastre por sismo (figura 5).

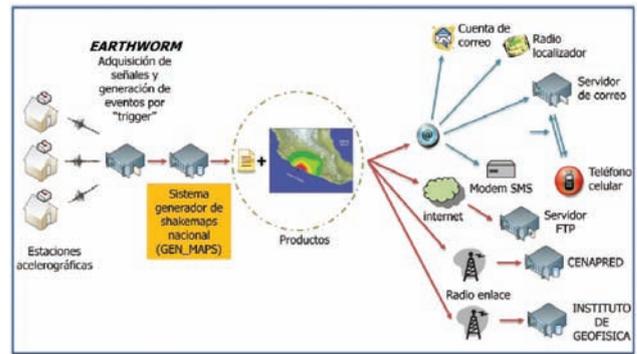


Figura 5. Esquema de generación de mapas de intensidad y su distribución

PRODUCTOS DEL PROGRAMA GENMAPS

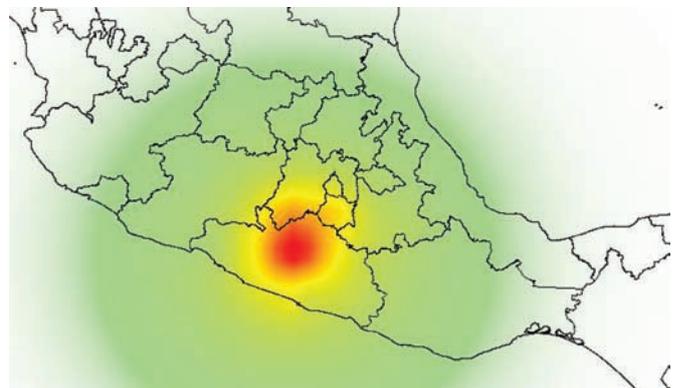


Figura 6. Mapa de intensidades sísmicas (PGA) para el sismo del 11 de diciembre de 2012 M=5.3, formato "jpeg"

Los mapas de intensidades en formato "shape" permiten la sobreposición de diferentes capas de información georreferenciada que es posible desplegar en un sistema de información geográfica; de esta forma el despliegue gráfico ofrece un mejor detalle de los posibles efectos del sismo en zonas habitadas o estructuras de vital importancia (figura 7).

Sismo del 11 de diciembre de 2011 (formato .shp)

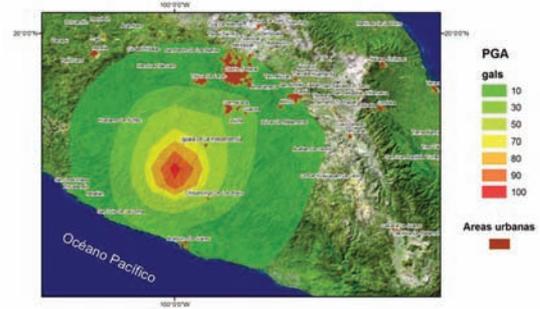


Figura 7. Mapa de intensidades sísmicas (PGA) para el sismo del 11 de diciembre de 2012 M=5.3, formato "shape", montado sobre un mapa de poblaciones con más de cien mil habitantes

SISMOS HISTÓRICOS

Al utilizar el programa GENMAPS es posible generar mapas de intensidades para sismos históricos. A continuación se presen-



tan los resultados para el sismo del 21 de septiembre de 1985, los cuales se despliegan en un mapa georreferenciado con información de asentamientos urbanos (figura 8).

Sismo del 21 de septiembre de 1985

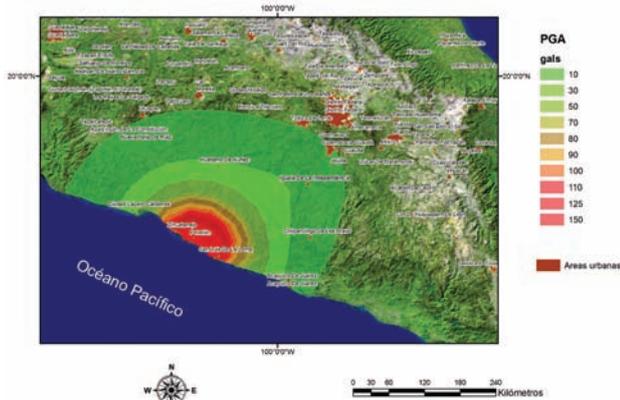


Figura 8. Sismo del 21 de septiembre de 1985 procesado con el programa GENMAPS

CONCLUSIONES

El proyecto Red Sísmica Mexicana permitirá que el país cuente con información suficiente y oportuna al ocurrir temblores, para la toma de decisiones en la gestión integral del riesgo sísmico.

Existe una dependencia importante de GENMAPS del número y la distribución de las observaciones recibidas en tiempo real, por lo que es necesario incrementar la cobertura instrumental, especialmente en núcleos de población que pueden ser afectados por sismos, y de los que se desconoce la respuesta del terreno y de las estructuras.

Los productos del sistema de generación de mapas de intensidad sísmica en tiempo real mejoran considerablemente la visualización, el análisis y el intercambio de información sísmica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Coordinación de Servicios de Computo, así como a los ingenieros David Almora, Miguel Torres, Ricardo Vázquez, Alejandro Mora, Luis Alberto Aguilar, Israel Molina, Gerardo Castro, Mauricio Ayala y Juan Manuel Velasco por la realización de las pruebas de calibración de datos, y por la operación y el mantenimiento a las estaciones. ■■

Para más información sobre este proyecto contacta a los autores dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.

INVITACIÓN PARA COLABORAR CON LA GACETA DEL II



La *Gaceta del II* se ha publicado desde hace varios años como un esfuerzo permanente de información, y se ha consolidado ya, principalmente como uno de los mejores medios de comunicación que tenemos. Por suerte también nos leen más allá del Instituto, pues así fue concebida originalmente, y esto nos permite ser un excelente vínculo no solo con toda la comunidad universitaria, sino también con dependencias externas a la UNAM. Queremos mejorar, renovar y ampliar el contenido de nuestra *Gaceta* ayudados por todo el personal que aquí labora o estudia, es decir, ayudados por todos ustedes.

Solicitamos su participación para publicar más invitaciones a eventos académicos como congresos, simposios, conferencias, cursos, charlas o cualquier información que sea de interés para la comunidad del II. De esta manera, buscamos lograr una comunicación mucho más eficiente entre nosotros. Les recordamos los lineamientos, que son muy sencillos:

- La *Gaceta del II* se publica los días 25 de cada mes. La información que nos envíen debe llegar entre los días 26 de un mes y 10 del siguiente, si es que

solicitan que sea publicada en la edición inmediata posterior.

- La extensión de la información escrita no debe ser mayor de una cuartilla. Solo en el caso de la sección "Impacto de proyectos" la información puede tener hasta tres cuartillas. De preferencia, todo el material que se publique deberá incluir información gráfica en "jpg" o "tiff" a 300 dpi o en algún programa de edición de vectores como Corel Draw o Illustrator.
- En caso de ser necesario, el personal de la *Gaceta del II* se encargará de cubrir la nota y tomará las fotografías.

La información debe enviarse al correo jposadac@ii.unam.mx o avisar a los teléfonos 5623 3616 o 15.

Esperamos también cualquier tipo de comentarios respecto a la *Gaceta del II*, no solo sobre lo que aquí externamos. ¡Esperamos sus colaboraciones!

Muchas gracias.

José Manuel Posada, editor.



MAPA DE RIESGO PARA LA SALUD EN UN ÁREA CONTAMINADA CON HIDROCARBUROS DE MÉXICO

ROSA MARÍA FLORES SERRANO¹, JUDITH GUADALUPE RAMOS HERNÁNDEZ², ANA ALEJANDRINA CASTRO RODRÍGUEZ¹ Y GUILLERMINA PÉREZ CASIMIRO¹
1- COORDINACIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL, 2- COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA, INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

INTRODUCCIÓN

Para este trabajo se analizaron muestras de suelo para determinar la concentración de hidrocarburos fracción pesada (HFP) como los define la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMAR-NAT/SSA-2003. Estos resultados, junto con imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica (SIG), sirvieron para generar mapas de concentración de hidrocarburos. Con las concentraciones se hicieron cálculos de riesgo para la salud humana; los resultados se plasmaron en mapas de riesgo que pueden ayudar en la toma de decisiones en la gestión de sitios contaminados.

Un resumen de este trabajo se presentó en enero pasado en la Reunión Informativa Anual del Instituto de Ingeniería, y una versión más amplia del mismo se presentará en el II Congreso de la Sociedad de Análisis de Riesgo, región Latinoamérica, que se llevará a cabo en Bogotá, Colombia, del 9 al 12 de abril de 2012.

METODOLOGÍA

La zona de estudio corresponde a un sitio contaminado por hidrocarburos ubicado en el norte de México, cuya extensión es de aproximadamente 900 ha. La mayor parte del terreno presenta un estrato superficial de arcilla gris ligeramente arenosa, con fragmentos de hidrocarburo intemperizado y de sal. En cuanto al agua subterránea, el terreno se encuentra sobre paquetes de material con posibilidades bajas de explotación. De un estudio previo realizado en el año 2007 por el Instituto de Ingeniería, UNAM, se tenían resultados de concentraciones superficiales de hidrocarburos fracción ligera (HFL), hidrocarburos fracción media (HFM), HFP e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), para 176 puntos de muestreo.

Se adquirieron imágenes de satélite Landsat con una resolución de 30 m tamaño de pixel, así como imágenes con mayor resolución espectral como Spot5 (20 m tamaño de pixel) y Rapid Eye (5 m tamaño de pixel). Las imágenes fueron sometidas a un preprocesamiento para corregirlas geométrica, radiométrica y atmosféricamente a fin de obtener valores de reflectancia. Con los valores de reflectancia se obtuvieron índices de vegetación, suelo y agua, y las relaciones de las bandas del visible e infrarrojo cercano y medio, características de la presencia de hidrocarburos. El procesamiento de las imágenes se realizó con el programa ERDAS Imagine v10. Con esta información se generó un mapa de clasificación no supervisada (MCNS) a fin de identificar la cobertura vegetal presente y discriminar algunos puntos donde se presumiera la presencia del hidrocarburo (distribución estimada de concentraciones),

en particular de HFP, que fue el hidrocarburo de mayor magnitud y distribución. Para este propósito sirvieron de referencia los resultados que se tenían de 2007 que, si bien debido al intemperismo podían tener variación respecto a la concentración actual, se esperaba que siguieran conservando la misma proporción.

Con el MCNS de HFP se realizó una visita al sitio de estudio a fin de verificar en campo la existencia de este contaminante. Se tomaron 17 muestras de suelo superficial (0-15 cm) en sitios varios en cuanto a cobertura y grado de contaminación. Las muestras se tomaron con auger y se preservaron a 4 °C. Los análisis se realizaron con los métodos analíticos EPA 8260B, EPA 8015B, EPA 1664A y EPA 8270D, para determinar HFL, HFM, HFP y HAP, respectivamente. Los resultados de las muestras de suelo confirmaron la presencia de HFP en los puntos seleccionados, y con estas concentraciones se definió la firma espectral para dar lugar al mapa de clasificación supervisada (MCS), donde se definieron 5 clases (intervalos) de concentración de HFP: $\leq 1,000$ mg/kg, $>1,000-10,000$ mg/kg, $>10,000-20,000$ mg/kg, $>20,000-40,000$ mg/kg y $>40,000$ mg/kg.

De manera paralela, con los resultados de las 17 muestras de suelo se generó un mapa de isoconcentraciones de HFP, empleando el programa GeoStatistical Analyst del Sistema de Información Geográfica ArcGIS versión 9.3, con interpolación de la media ponderada por el inverso de la distancia. Se utilizaron 15 vecinos para realizar la estimación y un valor de 2 para p. El uso de los métodos de interpolación espacial que están como herramienta en el ArcGIS, entregan como resultado un mapa tipo raster, o sea, un área discretizada en celdas donde cada una de ellas tiene un valor numérico referido al parámetro interpolado, en este caso, HFP. La configuración obtenida se usó para corregir el MCS obtenido a partir de las imágenes de satélite. Posteriormente, sobre la imagen del MCS se trazó una malla de 125x125 m y a cada nodo se le asignó la concentración indicada en dicho mapa. Con estos nuevos datos se generó un mapa de isoconcentraciones más detallado en el cual se conservaron los mismos intervalos de concentración usados en el MCS.

Las concentraciones máximas de cada intervalo de concentración definido con el MCS se usaron para el cálculo de los valores de riesgo para la salud. El escenario de estudio mostrado en este resumen comprendió a receptores con uso de suelo residencial (niños de 0 a 12 años de edad) expuestos a HFP por las vías de exposición de ingestión y contacto dérmico de suelo. No se presentan los resultados para la vía de ingestión de agua subterránea por razones de espacio.



Los cálculos de riesgo para la salud se realizaron con el programa RBCA Tool Kit for Chemical Releases v2.5e (GSI Environmental). El valor estimado de riesgo que se calculó fue el cociente de peligro (CP), que se refiere a sustancias no cancerígenas. Este cociente es un número adimensional que resulta de dividir la dosis de exposición entre un valor toxicológico de referencia denominado dosis de referencia (DRf). Existen DRf para cada vía de exposición. Si $CP \geq 1$, entonces se dice que se ha rebasado el valor de riesgo aceptable.

No existen valores toxicológicos de referencia para las fracciones de hidrocarburos definidos en la normatividad mexicana; por tal motivo en este trabajo se usaron los valores de DRf reportados por TPHCWG (1997) para hidrocarburos con cadenas de carbono de $>C_{21}->C_{35}$ (fracción aromática). Se evaluaron únicamente efectos no cancerígenos, porque para este tipo de contaminantes no existen valores de pendiente de cáncer reportados. Asimismo, no se evaluó la vía inhalatoria, porque TPHCWG (1997) establece que para los hidrocarburos pesados esta vía de exposición es despreciable.

RESULTADOS

Los CP obtenidos para las concentraciones máximas de HFP de los intervalos de concentración definidos fueron 0.32 (1,000 mg/kg), 3.2 (10,000 mg/kg), 6.4 (20,000 mg/kg), 13 (40,000 mg/kg) y 16 (50,000 mg/kg). Como puede verse, todas las concentraciones, a excepción de la de 1,000 mg/kg, rebasaron el valor de riesgo aceptable ($CP = 1$).

Los valores de riesgo obtenidos se plasmaron en los MCS (cada intervalo de concentración correspondió al valor de riesgo correspondiente) y los mapas de isoconcentraciones. En las figuras 1 y 2 se muestran el mapa de riesgo detallado que se obtuvo con la clasificación supervisada de concentraciones de HFP y el mapa de riesgo general obtenido con las isoconcentraciones, respectivamente.

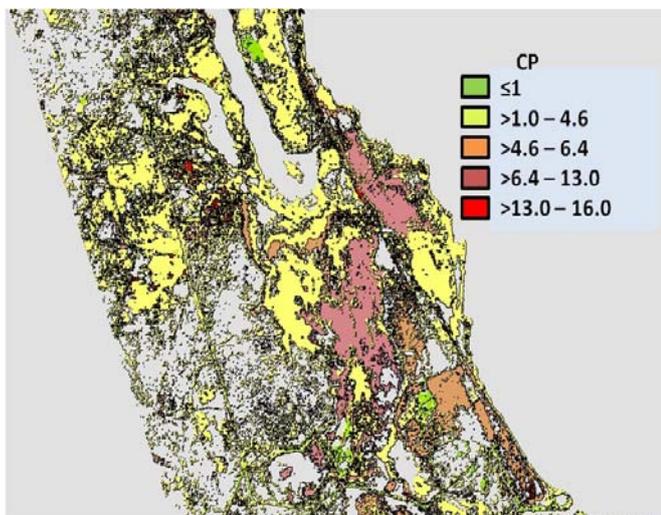


Figura 1. Mapa de riesgo detallado (cocientes de peligro, CP), basado en los intervalos de concentraciones de HFP y su distribución, obtenidos con el MCS.

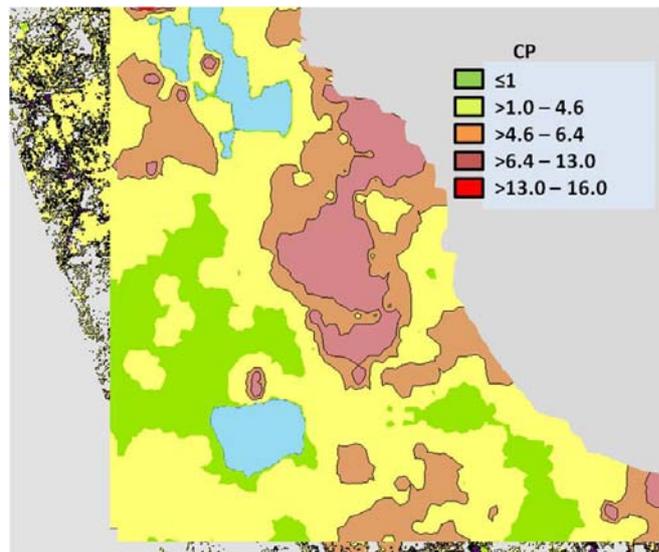


Figura 2. Mapa de riesgo general (cocientes de peligro, CP), basado en la distribución de concentraciones de HFP obtenido con el mapa de isoconcentraciones.

CONCLUSIONES

Los mapas de riesgo para la salud humana obtenidos con métodos de percepción remota y SIG permiten realizar de manera más rápida y económica la toma de decisiones respecto a la ubicación de núcleos de población humana en sitios contaminados con hidrocarburos.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican un porcentaje bajo de precisión (75%) lo cual se atribuye a la aplicación del método de escalamiento entre las muestras puntuales y el tamaño de pixel.

REFERENCIAS

TPHCWG, "Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) TPH", TPH Criteria Working Group Series, Volume 4, Amherst Scientific Publishers, 1997. ❏

Para más información sobre este proyecto contacta a los autores dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.

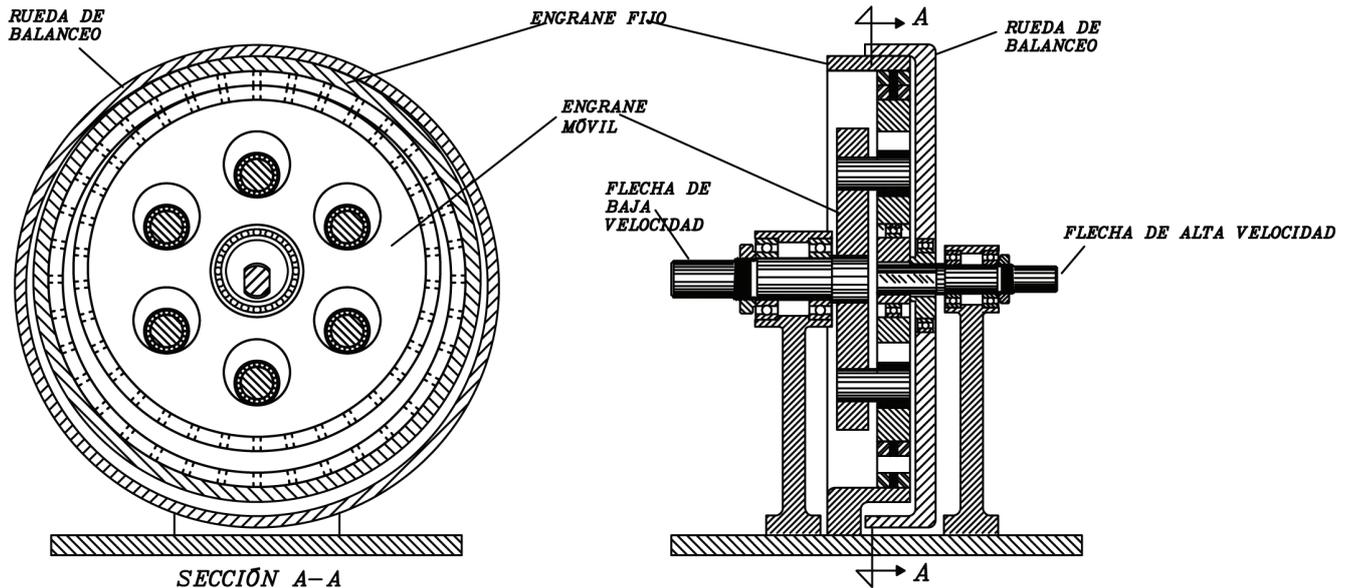


Fig. 2 Reductor de velocidad magnético del Instituto de Ingeniería

transmisión de par se hace por medio de un número de pernos axiales distribuidos uniformemente en un disco integrado a la flecha de baja velocidad, los cuales penetran en un número igual de agujeros circulares en el engrane móvil. En el reductor que se desarrolla en el Instituto de Ingeniería se incorporan adicionalmente rodamientos montados en los pernos antes mencionados para reducir la pérdida de potencia por fricción entre estos y las superficies de los agujeros del engrane móvil.

En los reductores de engranes magnéticos reportados en la literatura, la transmisión de fuerzas ocurre a través de pequeños claros entre dichos engranes, sin que exista contacto entre ellos. Contrastando con esta característica, en el reductor del Instituto de Ingeniería existe contacto rodante de la superficie externa del engrane móvil y la interna del engrane fijo, debido a que el primero está libre para desplazarse radialmente bajo la acción del campo magnético y la fuerza centrífuga, hasta hacer contacto y presionar contra el engrane fijo. Para que pueda haber rodadura entre ambos engranes, los imanes de estos deben penetrar totalmente en sus alojamientos sin sobresalir de las superficies de contacto entre engranes. Lo anterior presenta las siguientes ventajas: (1) se incrementa la capacidad de transmisión de par, pues se transmite, además de una fuerza magnética, una fuerza de fricción entre los engranes, gracias a la fuerza normal de contacto; (2) se elimina la carga radial en el rodamiento donde va montado excéntricamente el engrane móvil; (3) se elimina la necesidad de controlar cuidadosamente la separación entre los imanes de ambos engranes.

En la figura 2 se ilustra el reductor magnético del Instituto de Ingeniería. En ella se observa que el acoplamiento del engrane móvil a la manivela de entrada es a través de una pieza con un ojal que permite que el engrane se desplace libremente por acción centrífuga y magnética hasta presionar contra el engrane fijo. Una ventaja de este arreglo es que, en lugar de una manivela, solo se requiere que la flecha de entrada esté provista de planos en su extremo para penetrar en el ojal de la pieza sobre la que va montado el engrane móvil.

Debido al movimiento orbital del engrane móvil, se genera una fuerza de desbalance, lo cual constituye una desventaja de mecanismo cicloidal. En el reductor del Instituto, se elimina este desbalance mediante la rueda de balanceo mostrada en la figura 2. Dicha rueda va montada en la flecha de entrada de forma similar al engrane móvil, pero con libertad para desplazarse radialmente en el sentido opuesto hasta presionar contra la parte exterior del engrane fijo con una fuerza igual, opuesta y colineal con la producida por el engrane móvil. ❏

Para más información sobre este proyecto contacta a los autores dentro de la página del Instituto de Ingeniería: www.ii.unam.mx.



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**



IDRC | CRDI

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international

Canada

INVITA AL CURSO TEÓRICO - PRÁCTICO

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

**QUE IMPARTIRÁ LA
DRA. PATRICIA GÜERECÁ**

**CUPO LIMITADO
FECHA LÍMITE DE INSCRIPCIÓN: 31 de MARZO**

**Informes: 56233500 ext. 1020
ntorresm@ingen.unam.mx
con Nathalia Torres**



PUMAGUA

Agua saludable, acción de todos

**VISITA NUESTRA NUEVA PÁGINA
www.pumagua.unam.mx**



UNAMente abierta

reconoce que las mujeres
tienen los
mismos derechos
que los hombres



Igualdad entre
mujeres y hombres

Nuestra manera de ser Pumas



DIRECTORIO

UNAM

Rector
Dr. José Narro Robles

Secretario General
Dr. Eduardo Bárzana García

Secretario Administrativo
Lic. Enrique del Val Blanco

Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Francisco José Trigo Tavera

Secretario de Servicios a la Comunidad
Mtro. en C. Miguel Robles Bárcena

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
UNAM

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 Espindola

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

Editor responsable
Fis. José Manuel Posada de la Concha

Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero

Corrección de estilo
Lic. Elena Nieva Sánchez
Nota: en los artículos de las páginas 17-20 se respetó el escrito original.

Colaboradores
I. Q. Margarita Moctezuma Riubí
Lic. en H. Israel Chávez Reséndiz

Diseño
Lic. Ruth Pérez

Impresión
Navegantes S.A. de C.V.

Distribución
Fidela Rangel

La virtud, como el arte, se consagra constantemente a lo que es difícil de hacer, y cuanto más dura es la tarea, más brillante es el éxito. Platón

A, ante, bajo, con, contra, de, desde, durante, en, entre, excepto, hacia, hasta, mediante, para, por, pro, salvo, según, sin, so, sobre, tras, vía¹

LAS PREPOSICIONES I

Algunas lenguas, como el español, utilizan preposiciones para unir palabras o frases y completar el sentido de lo que expresan; mientras que otras lenguas cambian el final de las palabras según la función o *caso* asignado a cada palabra. En las lenguas denominadas romances o neolatinas, como el francés, italiano y español, se usan las preposiciones; mientras que en latín, alemán o griego, por ejemplo, el sistema funciona mediante desinencias, variaciones finales para caracterizar la función. En el primer caso se trata de idiomas prepositivos y en el segundo de idiomas desinenciales.

Estos vocablos invariables que **enlazan** partes, introduciendo complementos, se podrían clasificar semánticamente, por el sentido que dan al complemento que anteceden, expresando:

- agente: *El verso fue escrito **por** Juan*
- causa: ***Por** él, renovaron el sistema*
- desplazamiento espacial: *Fue **desde** aquí, **hacia** allá*
- instrumento: *Está escrito **a** lápiz*
- material: *Es **de** madera, pero armado **por** tubos*
- origen: *Nació **en** Francia, pero viene **de** Rusia*
- posesión: *Los libros son **de** la señora **de** la casa*
- propósito: ***Para** conseguirlo, hay mucho **por** hacer*
- referencia: *Acerca **de** eso, y hablando **de** ti...*
- tiempo: ***Antes de**, **durante** y después del sismo funcionan los sismógrafos*
- ubicación: *El juguete está **sobre** la cama, **debajo** de la manta, **en** el cuarto de arriba.*

Pero hacer una lista exhaustiva sería inútil porque las combinaciones son muchas y las realizaciones regionales y personales también. Esto hace que escribir las preposiciones apropiadas para cada oración no sea tan fácil, y se cometan errores, que merecen ser tratados en el próximo número de esta “páginita”.

Existen también *locuciones prepositivas*, que expresan lo mismo que una preposición pero con varias palabras. Estas formas son poco aconsejables, pues la redacción, especialmente la técnica, debe ser lo más concisa posible. Así, generalmente, es mejor decir:

<i>por</i>	<i>que</i>	<i>gracias a</i>
<i>por</i>	<i>“</i>	<i>por causa de</i>
<i>hacia</i>	<i>“</i>	<i>rumbo a</i>
<i>con</i>	<i>“</i>	<i>en compañía de</i>
<i>ante</i>	<i>“</i>	<i>delante de</i>
<i>debajo</i>	<i>“</i>	<i>debajo de</i>
<i>sobre</i>	<i>“</i>	<i>acerca de</i>
<i>sobre</i>	<i>“</i>	<i>encima de</i>
<i>tras</i>	<i>“</i>	<i>detrás de</i>
<i>contra</i>	<i>“</i>	<i>en contra de</i>
<i>mediante</i>	<i>“</i>	<i>por medio de</i>
<i>vía</i>	<i>“</i>	<i>por medio de</i>
<i>pro</i>	<i>“</i>	<i>en defensa de.</i>

Sin embargo, es útil contar con más elementos de expresión, y a veces usarlos puede favorecer el sonido o el sentido de una frase, o servir para cambiar una forma demasiado repetida en el contexto.

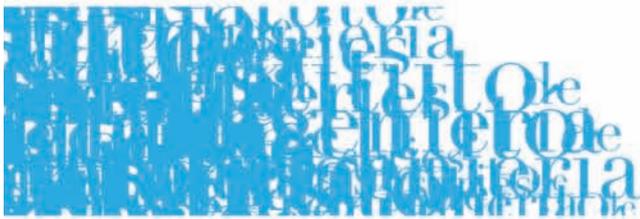
CONTRACCIÓN CON EL ARTÍCULO

En el caso de las preposiciones **a** y **de**, cuando anteceden al artículo **el** se contraen y forman **al** y **del**, respectivamente. Cuando **A** o **El** son el inicio del nombre propio de algo o alguien no es pertinente contraerlos. Por ejemplo: *Conoció **a** El Nigromante, pero no conoce **al** jardinero nuevo. **De** El Señor de los anillos se hizo una película, pero **del** libro Azul, no es posible hacerla.*



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

¹ Ya no se usan algunas preposiciones, como *cabe*, que significaba **junto**, y *so*, que significaba **bajo**. Esta última todavía llega a usarse en frases como “*so pretexto de...*”



series instituto, de Ingeniería

**CASI 700 TÍTULOS DE TODAS
LAS ÁREAS DE LA INGENIERÍA.
DESCARGA GRATUITA**

Serie INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (AZUL)

- Investigaciones del Instituto de Ingeniería
- Arbitradas por especialistas nacionales e internacionales
- En español o inglés

Serie MANUALES (VERDE)

- Normas, reglamentos, manuales, bases de datos

Serie DOCENCIA (OCRE)

- Temas especializados de cursos universitarios

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

<http://www.ii.unam.mx> (PUBLICACIONES)

- Gratuitamente accesibles en todo el mundo
- Catálogo (2012-1956)
- Instrucciones a los autores

Inf: 56 23 36 00 ext 8114

