

Sesión Regular

# **SISMOLOGÍA**

Organizadores:

Arturo Iglesias Mendoza  
Víctor Hugo Espíndola Castro

SIS-1

### LOCALIZACIÓN DE SISMOS VOLCÁNICOS REGISTRADOS EN UNA SOLA ESTACIÓN TRIAXIAL, CEBORUCO 2003-2008

Rodríguez Uribe María Carolina<sup>1</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>1</sup>, Trejo Gómez Elizabeth<sup>1</sup>, Sánchez Aguilar John Jairo<sup>2</sup> y Gómez Hernández Adán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de la Costa, UDG

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia

rodriguezcaro@hotmail.com

El estratovolcán Ceboruco se encuentra en el estado de Nayarit, México en la parte Oeste de la Faja Volcánica Mexicana y al sureste de la Sierra de San Pedro. En el período de Marzo 10, 2003 a Julio 10, 2008 la estación sismológica CEBN grabó 139 sismos volcánicos con frecuencias menores a 10 Hz. De acuerdo a las propiedades de la forma de onda, los sismos se clasificaron en 4 grupos, a través del análisis de la envolvente y contenidos espectrales: 1) Sismos con Arribos Impulsivos; 2) Sismos con Coda Extendida; 3) Sismos en forma de Huso; 4) Sismos con modulaciones en la amplitud en forma de Paquetes.

Se aplicó la técnica de movimiento de partícula para estimar los tiempos de arribo de las ondas P y S. Los epicentros se localizan sobre el edificio volcánico dentro de un perímetro circular de radio 5 km. Los sismos del grupo 1 tienen profundidades hipocentrales entre 0 y 1 km con respecto a la ubicación de la estación CEBN, aproximadamente la elevación de los adyacentes valles de Jala y Ahuacatlán, es decir, con fuente sobre la base de la estructura misma del edificio volcánico. Los otros grupos tienen profundidades hipocentrales entre 0 y 4 km. Los resultados obtenidos muestran epicentros con alineaciones parecidas a las direcciones estructurales que se encuentran en el área (Graben Tepic-Zacoalco y fallas regionales).

La clasificación y localización de las señales sísmicas estudiadas en este trabajo, sugieren actividad de fluidos dentro de la estructura del edificio volcánico, esta actividad podría estar evidenciada por los diversos campos de fumarolas sobre el volcán. Por lo tanto, se puede inferir que el Ceboruco, que se ha caracterizado en el pasado reciente por erupciones cíclicas efusivo-explosivas, es un volcán activo en estado latente, y por tanto requiere ser monitoreado de forma continua, por el peligro que representa a las poblaciones adyacentes, actividades económicas desarrolladas en sus laderas y vías de comunicación que pasan por las faldas del volcán.

SIS-2

### LA RED SISMOLÓGICA TELEMÉTRICA DE JALISCO (RESAJ)

Núñez Cornú Francisco Javier, Suárez Plascencia Carlos, Escudero Ayala Christian Rene y Gómez Hernández Adán

Centro Universitario de la Costa, UDG

fcornu@cuc.udg.mx

Muchas sociedades y sus economías enfrentan los desastres consecuencia de terremotos destructivos. La región de Jalisco está expuesta a este peligro natural. El conocimiento científico es la única forma de prevenir o al menos mitigar los efectos negativos de estos fenómenos naturales. Por lo tanto es indispensable el estudio de los procesos geofísicos y geológicos que los generan; sus características estructurales, cinemáticas y dinámicas así como sus efectos destructivos. Diez terremotos con magnitud mayor a 7.4 han ocurrido en los últimos 160 años que han causado daños considerables en la región incluido el mayor terremoto instrumental en México (M=8.2), algunos de ellos han generado tsunamis importantes. Este proyecto generará la capacidad para monitorear y analizar la sismicidad en la región del Bloque de Jalisco; el Proyecto es apoyado por CONACYT-FOMIXJal: M0010-2008-09-96538. El principal objetivo de este proyecto es generar los datos que permitan conocer y estudiar el peligro sísmico en el Estado de Jalisco asociado a los procesos tectónicos presentes en el Bloque de Jalisco y estructuras tectónicas vecinas. Con estos datos se elaborará una microzonificación sísmica adecuada a los parámetros sísmicos de cada zona sismogénica, que permita la elaboración de códigos y reglamentos de construcción que garanticen que las construcciones sean sismorresistentes. En este proyecto, a la fecha, se han instalado 15 estaciones telemétricas y está planeado desplegar 30. Cada estación está compuesta por un registrador Quanterra Q330-6 24 bit A/D, 6 canales DAS, un acelerómetro triaxial episensor Model FBA ES-T de Kinemetrics y un sismómetro de banda amplia Lennartz Triaxial (LE3d) 1Hz; la energía es provista mediante paneles solares. Los datos se transmiten usando radios Freewave Ethernet o enlaces inalámbricos de internet. Todas las estaciones transmiten los datos al Laboratorio Central en Puerto Vallarta, donde son procesados usando el sistema Antelope para localizar y hacer evaluaciones preliminares de los sismos en tiempo cuasi-real, y almacenándolos para posteriores investigaciones. La cobertura de esta red producirá datos de alta calidad suficientes para evaluar las ocho zonas sísmicas previamente identificadas en la región.

SIS-3

### SISMICIDAD EN LA PARTE CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Gómez González Juan Martín<sup>1</sup>, León Loya Rodrigo Alejandro<sup>1</sup>, López Valdivia Erika Nallely<sup>1</sup>, Barboza Gudiño José Rafael<sup>2</sup>, Mercado Martínez Sandra Inés<sup>1</sup> y Figueroa Soto Ángel Gregorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geología, UASLP

gomez@geociencias.unam.mx

Las características de la sismicidad en la Sierra Madre Oriental (SMO) son poco conocidas. En noviembre de 2007 instalamos la red sísmica temporal LANDA, en la parte central de la SMO, para registrar inicialmente un enjambre sísmico. La actividad ha variado en cantidad y frecuencia, pero no ha cesado, incluye tanto eventos individuales como "secuencias sísmicas". La actividad se concentra en la parte central de la SMO, algunas de las áreas más activas se encuentran en los límites entre los estados de Querétaro y San Luis Potosí, así como en la parte este de Guanajuato y norte de Hidalgo. Durante 2011 los episodios más recientes de sismicidad en Querétaro ocurrieron en el municipio de Peñamiller, además de los de Landa y Jalpan, localizados a unos 100 km y 150 km al NE de la ciudad de Querétaro, respectivamente. Pocos fueron los eventos registrados en más de 2 estaciones, lo que dificulta su localización con las técnicas clásicas, por ello recurrimos a la localización monoestación. Se observan algunos incrementos espaciales y temporales, con una distribución amplia de aproximadamente 100 km, paralela al eje de plegamiento de la SMO. De entre los "clusters" más grandes que se observan uno se ubica muy cercano a la cabecera municipal de Landa y otro a unos 18 km al NNE, así como otro en el límite norte de Querétaro y la parte sur de la zona Media de SLP. La profundidad de la actividad se puede dividir en dos grupos, una somera ( $h < 10$  km) y otro con profundidades cercanas a los 20 km. La estratigrafía de la zona comprende un basamento cristalino precámbrico-paleozoico, sobre el que descansan secuencias de rocas calizas y lutitas del Mesozoico. En varios sitios las subyacen varias secuencias de depósitos de flujos fluvio-lacustres que forman terrazas. En la parte superior de la secuencia se encuentran flujos de lava cenozoicos de fuentes aún no determinadas. Las fallas reportadas por el Servicio Geológico Mexicano tienen una orientación paralela a la SMO, sin embargo, la sismicidad no sólo respeta esta orientación, sino que también muestra una orientación perpendicular, lo que sugiere la existencia de varias estructuras aún no cartografiadas. La cercanía espacial de estas estructuras con la sismicidad sugiere que varias de estas estructuras podrían estar activas. La actividad registrada puede ser un indicador de la reactivación regional de varias fallas, incluso su persistencia temporal en la región sugiere que la parte central de la SMO podría ser una de las zonas intraplaca más activas en México.

SIS-4

### BUSQUEDA DE LA ESTABILIDAD DEL VALOR B EN CATÁLOGOS DE SISMICIDAD CON REGRESIONES LINEALES

Zuñiga Davila-Madrid Francisco Ramón y López Briceño Ernesto

Centro de Geociencias, UNAM

ramon@geociencias.unam.mx

La distribución de los sismos con respecto a las magnitudes descansa en el concepto de auto-similitud, la cual es una propiedad de los fractales. Un objeto auto-similar o auto-semejante es en el que todo es exacta o aproximadamente similar a una parte de sí mismo (el proceso se repite a distintas escalas).

Dicha distribución queda definida en la relación Gutenberg-Richter (1944; G-R) ó Ishimoto-Ida (1939), la cual representa el número de eventos acumulados (N) con respecto a las magnitudes (M). El valor b se refiere al exponente de escalamiento en la ley de potencias definido en la relación G-R. Se podría decir que es la constante fractal de la sismicidad en distintas zonas.

Suponiendo la existencia de la propiedad fractal en la distribución de los sismos, el valor b debería preservarse en catálogos de sismicidad confiables; es decir, tendería a estabilizarse en zonas a través del tiempo.

En este trabajo se analiza la relación de dos métodos (EMR y BC) con regresiones lineales, con los cuales se calcula una variable muy importante dentro de la estimación del valor b, la "magnitud mínima de completitud (Mc)". Debido a que en trabajos anteriores se observa una correlación en ambos métodos, existiría de igual forma una correlación para el valor b. Analizando catálogos de sismicidad, se observa que los métodos tienden a correlacionarse mejor en zonas estables y presentan menos incertidumbre. Aplicando análisis de regresiones y examinando sus residuos de forma escalada, las zonas no correlacionadas son despreciadas por su grado de error y posteriormente se encontraron zonas continuas y discontinuas, en las cuales se observa dicha estabilidad planteada por el concepto de la auto-similitud de los sismos.

SIS-5

### DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS REPLICAS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH (MW7.2) DEL 4 DE ABRIL DE 2010, REGISTRADAS CON UNA RED SISMICA LOCAL

Castro Escamilla Raúl, Acosta Chang José, Wong Ortega Víctor, Pérez Vertti Ramírez Arturo, Mendoza Camberos Antonio y Inzunza Romero Luis  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
 raul@cicese.mx

Analizamos la distribución espacial de un conjunto de réplicas del sismo del 4 de abril de 2010 (Mw7.2) el cual ocurrió a aproximadamente 50 km de la ciudad de Mexicali, Baja California. Las redes regionales RESNOM, operada por el CICESE, y la del sur de California (SCSN) localizaron el evento principal entre las sierras de El Mayor y Cucapah, cerca del límite de las placas de Norte América y del Pacífico, al sureste de la Laguna Salada. 48 horas después del tiempo de origen del evento principal instalamos una red sismográfica local alrededor de las fallas que se activaron durante este evento. El 6 de abril la red consistía de 14 grabadoras digitales Reftek modelo RT130 y sismómetros L-28 de 4.5 Hz, proporcionados por el consorcio IRIS-PASSCAL. La distribución de las estaciones de la red local permitió tener una excelente cobertura azimutal del área de ruptura a distancias cortas de las réplicas. Los registros de las estaciones locales también permitieron obtener mejores localizaciones hipocentrales que las reportadas por las redes regionales. Para obtener coordenadas focales más precisas, relocalizamos las réplicas mejor registradas calculando correcciones de estación específicas para cada fuente.

La mayoría de las réplicas relocalizadas, registradas entre el 6 y el 8 de abril, están distribuidas cerca de la traza de las fallas Pescadores y Cucapah. La distribución espacial de los epicentros sugiere que la ruptura de estas fallas se extendió hacia el SE de la Sierra Cucapah. En esta área, donde no había fallas mapeadas previamente, los epicentros se alinean en la dirección NO-SE, indicando la presencia de fallas que se activaron durante la secuencia sísmica El Mayor-Cucapah.

Agradecimientos: Este estudio ha sido posible gracias al apoyo financiero del CICESE y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Agradecemos el apoyo logístico proporcionado por Luis Delgado y John Fletcher. Euclides Ruiz, Rogelio Reyes, Gustavo Arellano y Orlando Granados participaron en el trabajo de campo.

SIS-6

### CARACTERIZACIÓN Y MODELACIÓN DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH MW=7.2 USANDO GPS E INSAR

González Ortega Alejandro<sup>1</sup>, Sandwell David<sup>2</sup>, Fialko Yuri<sup>2</sup>, González García Javier<sup>1</sup>, Nava Pichardo Alejandro F.<sup>1</sup> y Fletcher John<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>2</sup> Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA  
 aglez@cicese.mx

El 4 de Abril de 2010 ocurrió un sismo de Mw=7.2 en Mexicali, Baja California. La ruptura principal se propago de manera bilateral a través del sistema de fallas: Pescadores, Borrego y Paso Superior en la Sierra Cucapah; así como la Falla Indiviso en el Valle de Mexicali.

Para capturar la deformación cosísmica y postsísmica del evento, se realizaron varias campañas de medición utilizando el Sistema de Posicionamiento Global Satelital (GPS) en sitios previamente establecidos; así como en nuevos sitios de manera semi-permanente, a lo largo de un radio de 30 km de la ruptura principal.

Las series de tiempo de GPS indican un decaimiento gradual de las velocidades postsísmicas en el mismo sentido del desplazamiento cosísmico. También, se analizaron una serie de Interferogramas Sintéticos de Radar (InSar) utilizando imágenes de los satélites ENVISAT y ALOS después del sismo. Los mapas de deformación en la línea de vista del radar indican subsidencia en la parte sur de la Falla Indiviso y en la parte norte de la Falla Paso Superior. Finalmente, se investiga como los datos de GPS e InSar pueden explicar el mecanismo de deformación postsísmica a través de un modelo del tipo 'afterslip' durante los primeros 6 meses posteriores al sismo El Mayor-Cucapah.

SIS-7

### ANÁLISIS SISMOLÓGICO Y TECTÓNICO DE LA SISMICIDAD DEL VALLE DE MEXICO

López Castillo Carmen Astrid y Suárez Reynoso Gerardo  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 aslynx@gmail.com

En la zona suroccidental del golfo de México existe una franja de sismicidad cortical que muestra deformación intraplaca en esta zona. En este trabajo se hizo una revisión de la sismicidad de la zona entre los años 1960 y 2009, encontrando así dos sismos de magnitud mayor a 5. Dichos sismos ocurrieron en fechas

recientes, el primero el 23 de mayo de 2007 (mb 5.2) y el segundo el 29 de Octubre de 2009 (mb 5.4), cerca de las ciudades de Tuxpan y Alvarado Veracruz respectivamente.

Se determinaron los mecanismos focales de ambos eventos sísmicos utilizando una inversión formal de forma de onda P a distancias telesísmicas. Los resultados obtenidos de la inversión sugieren dos orígenes diferentes para los sismos, el ubicado frente a las costas de la ciudad de Tuxpan es un sismo lateral izquierdo a una profundidad somera de alrededor de 7 km. El sismo de Alvarado es un sismo de fallamiento inverso con un componente lateral derecho y los ejes de compresión orientados de forma casi paralela a la dirección relativa del movimiento de subducción de la placa de Cocos con respecto a la placa de Norteamérica. La profundidad que se obtuvo fue de 22 km. Los parámetros del sismo de Alvarado son muy similares a los que reporta Suárez (2000) en la misma área para los sismos de Jalipán en 1959 y Veracruz en 1973.

Con base en las características del sismo de Tuxpan, se propone que este se trata de un sismo intraplaca relacionado con el estado de esfuerzos de la zona y la posible reactivación de alguna de las estructuras geológicas reportadas en la zona como lo son fallas y plegamientos.

En cuanto al sismo de Alvarado, por sus características sugiere la existencia de una deformación en el norte del Istmo de Tehuantepec, debido al estado de esfuerzos en el área generado por la subducción de la placa de Cocos, que se incrementa por la presencia de la Dorsal de Tehuantepec.

SIS-8

### PARÁMETROS DE FUENTE DE SISMIOS CON EPICENTRO EN EL VALLE DE MÉXICO

Bello Segura Delia Iresine y Quintanar Luis  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 iresinedel@yahoo.com.mx

El Valle de México se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico. Sin embargo, las mayores afectaciones en esta zona, debido a sismos, han sido por aquellos que tienen su epicentro en la zona de subducción. En general los sismos originados en el valle son de magnitudes bajas entre 2.5 y 4. Debido a la relativamente escasa información que se tiene hasta el día de hoy, se desconocen la naturaleza de estos sismos, se cree que podrían ser debidos a algún sistema de fallas antiguo o a la actividad volcánica de la región.

Por tratarse de eventos sísmicos de magnitudes tan bajas, anteriormente era difícil precisar tanto su magnitud como su ubicación, ya que se empleaba la red sísmica regional del SSN. Actualmente se cuenta con la red sísmica del Valle de México (RSVM). Esta red consiste de 30 estaciones de banda ancha instaladas en el Valle de México, 16 de ellas en las delegaciones del Distrito Federal, México y 14 en los municipios del Estado de México. Esta red tiene por objetivo mejorar la calidad de los datos y localizaciones de los sismos originados en el Valle de México.

Empleando las señales sísmicas obtenidas por RSVM se encontrarán los mecanismos focales y los parámetros de fuente de sismos con epicentro en el Valle de México en el periodo 2008-2011. Con este estudio se pretende conocer las características focales de esta sismicidad que por sus características resulta de gran importancia para el conocimiento preciso del peligro sísmico en la zona metropolitana y zonas suburbanas.

SIS-9

### CALIBRACIÓN DE MAGNITUDES PARA SISMIOS MEXICANOS UTILIZANDO LA RED NACIONAL DE BANDA ANCHA

Espíndola Castro Víctor Hugo y Valdés González Carlos  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 victore@sismologico.unam.mx

Se determina la relación para estimar la magnitud sísmica en función de la distancia hipocentral y la amplitud máxima. Esta relación, a diferencia de otras determinadas con anterioridad, es aplicable a sismos que ocurran en cualquier lugar de México y se obtiene a partir de datos de sismos ocurridos dentro de la República Mexicana, registrados en las estaciones de la red de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (SSN), incluyendo datos a partir de 1997. Se analizan 130 sismos con magnitudes dentro del rango de Mw 4.0 a 8.0, magnitudes obtenidas del catálogo sísmico (CMT) de Harvard.

En el estudio se encuentra que existen dos tendencias significativas: una determinada por las estaciones ubicadas en la región costera como son Chamela, Maruata, Zihuatanejo, Cayaco, Pinotepa Nacional y Huatulco y la otra por las estaciones asentadas en el macizo continental.

La aplicación de estas relaciones, son de gran utilidad para estimar tempranamente la magnitud, al implementarlo en el análisis de sismos que por sus efectos, tengan que reportarse de forma inmediata, por medio de la página del SSN.

SIS-10

### ESTIMACIÓN RÁPIDA DE LOS PARÁMETROS DE FUENTE ESENCIALES PARA UNA ALERTA TEMPRANA DE TSUNAMIS CON REDES GPS A LO LARGO DE LA COSTA: UN ESTUDIO DE VIABILIDAD

Singh Shri Krishna<sup>1</sup>, Pérez-Campos Xyoli<sup>1</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>1</sup> y Melgar Mochtezuma Diego<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA  
krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

Ponemos a prueba la viabilidad de la estimación rápida de la longitud de la ruptura, la ubicación de la proyección del borde inferior del área la ruptura con respecto a la costa, y Mw de terremotos grandes de subducción, usando vectores de desplazamiento cosísmico estático de estaciones GPS a lo largo de la costa, cercanas a las trincheras. Es necesario un conocimiento a priori de la geometría de la interfaz de la placa, la extensión de la zona sísmogénica y la profundidad máxima del acoplamiento. Nuestro análisis se basa en la solución de Okada (1992) para el desplazamiento de la superficie debido a una falla rectangular en un semiespacio. La longitud de la ruptura,  $L$ , se calcula a partir de la amplitud del desplazamiento horizontal observada a lo largo de la costa y su caída con la distancia. El límite de la ruptura se estima a partir del sentido de desplazamiento vertical. El ancho  $W$  se calcula utilizando el siguiente criterio: si  $L > W_s$  entonces  $W = W_s$ , pero si  $L < W_s$  entonces  $W = L$ , donde  $W_s$  es el ancho de la zona sísmogénica. En nuestras pruebas suponemos un echado de  $15^\circ$  y un deslizamiento uniforme puramente inverso (rake  $90^\circ$ ). El deslizamiento en la falla,  $D$ , se calcula utilizando el modelo de Okada, de manera que está de acuerdo con el promedio de desplazamiento horizontal observado a lo largo de la costa sobre  $L$ . Por último, el momento sísmico se calcula a partir de  $M_0 = \mu LWD$ .

Aplicamos el método propuesto a la deformación cosísmica reportada de nueve sismos: Colima-Jalisco, México 1995 (Mw8.0); Tecmán, México 2003 (Mw7.3); Hokaido, Japón 2003 (Mw8.3) y su réplica (Mw7.3); Sumatra 2004 (Mw9.2); Nias 2005 (Mw8.6); Maule, Chile 2010 (Mw8.8); Tohoku, Japón 2011 (Mw9.1) y su réplica (Mw7.9). La Mw estimada es robusta y 0.2, en promedio, de la registrada en el catálogo GCMT en todos los casos. La  $L$  estimada y la ubicación del borde inferior de la ruptura están de acuerdo en general con los reportados en estudios detallados. Con información en tiempo real de los desplazamientos en los sitios GPS, es posible obtener una estimación robusta de los parámetros críticos de la fuente en  $< 5$  min. El método es simple, robusto, y no asume una fuente puntual. También proporciona la longitud de la ruptura. Por lo tanto, ofrece algunas ventajas sobre la estimación de Mw con fase W.

SIS-11

### SOURCE SCALING RELATIONSHIP OF MEXICAN SUBDUCTION EARTHQUAKES FOR THE PREDICTION OF STRONG GROUND MOTIONS

Ramírez Gaytan Gonzalo Alejandro<sup>1</sup>, Huerta López Carlos Isidro<sup>2</sup>, Aguirre González Jorge<sup>3</sup> y Rosado Trillo Cecilia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG

<sup>2</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>3</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM

gramirez@ciencias.sdsu.edu

In the past several years many studies have been carried out to investigate the source scaling of earthquakes. The relationships generated in these studies provide a way to understand the mechanics of the rupture, also give deterministic parameters in the prediction of strong ground motions. A quantitative criterion for extracting source parameters from large subduction earthquakes was proposed by Somerville et al. (2002). In recent years some authors was conducted studies to simulate big earthquakes in Mexico by using empirical Green's function method. The source parameters generated in these simulations show poor adjust when comparing with Somerville et al. (2002) relations. The fit in some cases are minor to 27% respect to proposed in these relations. This might suggests that not all of the relationships proposed by Somerville et al. (2002) are applicable to the subduction zone in Mexico. In this study we construct the scaling relationship of the source parameters for Mexico subduction zone. We compiled slips models of large earthquakes in Mexico from kinematic slip models developed by several investigators. Our objectives is made a comparison between this new relations that use data from Mexican subduction earthquakes and Somerville et al. (2002) that use data from large subduction word wide earthquakes. The comparison between both relations compared here, shows that relationships proposed in this study are shorter than relations proposed by Somerville et al. (2002). The results of this study might explain the obtained in the simulation of big earthquakes in Mexico.

SIS-12

### ANISOTROPÍA DE LA ONDA SKS EN EL MANTO SUPERIOR DEBAJO DEL ARREGLO MASE Y LAS NUEVAS ESTACIONES DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

Rojo Garibaldi Berenice<sup>1</sup>, Ponce Cortés Gustavo<sup>2</sup>, Valenzuela Wong Raúl<sup>3</sup>, Stubbailo Igor<sup>4</sup>, Davis Paul<sup>5</sup>, Husker Allen<sup>3</sup>, Pérez-Campos Xyoli<sup>3</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>3</sup> y Clayton Robert W.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UNAM

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup>Department of Earth and Space Sciences, UCLA

<sup>5</sup>Earth and Space Sciences, UCLA

<sup>6</sup>Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, USA  
bendscuevas@gmail.com

Calculamos los parámetros que describen la anisotropía del manto superior debajo de estaciones de banda ancha usando registros de ondas SKS. Los parámetros que se usan para cuantificar la anisotropía son el tiempo de retardo ( $dt$ ) y la dirección de polarización de máxima velocidad ( $fi$ ). La anisotropía se calcula con la técnica de Silver y Chan [1991]. Se escoge un segmento de tiempo que contenga a la onda SKS en las componentes norte-sur y este-oeste. A continuación se hace una búsqueda en el espacio de posibles soluciones variando  $fi$  entre valores de  $-90$  y  $90$  grados. Se rotan los ejes coordenados en incrementos de  $1$  grado. Por cada valor de  $fi$  que se prueba, se explora también el espacio de tiempos de retardo en incrementos de  $0.05$  s y se calculan la autocorrelación y la correlación cruzada de las dos componentes. Se calculan los valores característicos que corresponden a cada combinación de  $dt$  y  $fi$ . Como los registros también contienen ruido, la solución buscada viene dada por la matriz que sea más cercana a la matriz singular. Para checar los resultados se aplica una corrección a los registros originales con los valores obtenidos de  $dt$  y  $fi$  y se rotan para comprobar que los parámetros medidos pueden eliminar la anisotropía. A fin de asegurarse que el resultado obtenido es confiable, se comparan las formas de onda y las diferencias en el tiempo de llegada para las ondas rápida y lenta. Como una comprobación más, se grafica la polarización del movimiento radial y transversal de las partículas antes y después de aplicar la corrección. Se utilizaron registros del perfil Meso-American Subduction Experiment (MASE) el cual consistió de 100 estaciones en las entidades de Guerrero, Morelos, Distrito Federal, Hidalgo y Veracruz. Este arreglo operó de 2005 a 2007 [Pérez Campos et al., 2008]. Además se usaron las nuevas estaciones del Servicio Sismológico Nacional (SSN) instaladas a partir de 2005 [Valdés González et al., 2005]. En el sur del arreglo el eje rápido de la anisotropía se orienta aproximadamente NE-SO ( $N41^\circ E$  en promedio) y el tiempo de retardo es de  $0.90$  s en promedio. Este patrón es consistente desde Acapulco hasta unos kilómetros al sur de la Ciudad de México y coincide con la región donde la placa de Cocos se subduce subhorizontalmente [Pérez Campos et al., 2008]. El eje rápido concuerda con el movimiento relativo entre las placas Cocos-Norteamérica y es aproximadamente perpendicular a la Fosa Mesoamericana. En la parte norte del perfil el  $dt$  es pequeño indicando que hay poca anisotropía. La orientación de  $fi$  no está tan claramente definida pero se observa una rotación del eje rápido hacia las direcciones N-S y NNO-SSE. Este régimen se observa donde la placa de Cocos cambia abruptamente a una subducción más inclinada [Pérez Campos et al., 2008; Husker y Davis, 2009] y de hecho continúa más al norte. La anisotropía observada en MASE es consistente con las estaciones del SSN [Van Benthem, 2005; Van Benthem y Valenzuela, 2007; este trabajo].

SIS-13

### THE MANTLE TRANSITION ZONE BENEATH MEXICO

Pérez-Campos Xyoli<sup>1</sup> y Clayton Robert W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, USA  
xyoli@geofisica.unam.mx

Mexico is a diverse natural tectonic laboratory. Two of the most prominent features are the formation of new oceanic floor in the northwest (Gulf of California), and the subduction of Rivera and Cocos plates underneath North American plate in central and southern Mexico. The presence of such tectonic features affects the composition and thermal state of the upper mantle, which in turn are reflected as seismic signatures that can be analyzed by means of P-wave receiver functions.

We study the upper mantle transition zone characteristics for both regions (Gulf of California and central-southern Mexico) in order to get a better understanding of the upper mantle dynamics and plate tectonics in the region. Along the Gulf of California we can distinguish three regions that can be interpreted in terms of water presence, delimitating the presence of the remaining Farallon slab and the slab tear. In central-southern Mexico, preliminary results show the interaction of the Cocos slab with the 410, but not the 660 discontinuities in central Mexico.

SIS-14

### TOMOGRFÍA SÍSMICA DE ALTA RESOLUCIÓN Y ESTRUCTURA CORTICAL DE LA ZONA CENTRO-SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ

Córdoba Montiel Francisco<sup>1</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>2</sup>, Singh Shri Krishna<sup>2</sup>, Torres Morales Gilbert Francisco<sup>1</sup> y Mora González Ignacio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, UV

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

fcordova@uv.mx

Se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de las correlaciones cruzadas de ruido entre pares de estaciones para la obtención de una tomografía de la zona centro-sur del Estado de Veracruz con datos que incluyen a la redes del Servicio Sismológico Nacional, el proyecto VEOX y de un arreglo temporal que operó en la ciudad de Xalapa. Para el procesamiento de datos se utilizaron registros de ruido de las diferentes redes que contribuyen a la realización de este estudio, se extrajo la función de Green entre pares de estaciones a partir de correlaciones cruzadas de series largas de tiempo para posteriormente obtener curvas de dispersión de ondas superficiales (velocidad de grupo de ondas de Rayleigh) a través del método de filtrado múltiple (Dziewonski et al., 1969). Además, se realizó un ejercicio de tomografía sísmica para varios periodos utilizando un algoritmo de regionalización continua (Debayle y Sambridge, 2004) para invertir el conjunto de velocidades de grupo por cada periodo.

Con el objeto de incrementar la resolución del estudio, también se utilizaron datos del Proyecto MASE de acuerdo con un estudio realizado por Iglesias et al. (2010), lo cual permitió disponer de una mayor densidad de estaciones y trayectorias para la obtención de la tomografía sísmica regional.

De forma complementaria, se llevó a cabo la determinación de las funciones receptor para algunas estaciones del arreglo de Xalapa utilizando datos telesísmicos. Esto permitió la comparación de resultados entre estaciones muy cercanas entre sí y el análisis de la dependencia azimutal. Este ejercicio se efectuó también para una estación temporal localizada a 5 km de la zona epicentral del sismo del 3 de enero de 1920 (M ~ 6.4). Los resultados obtenidos mediante funciones receptor y análisis de ruido se aprovecharon para desarrollar la inversión conjunta y obtener con ello un modelo de estructura de velocidades en la zona de estudio.

SIS-15

### ANISOTROPÍA SÍSMICA DE ONDAS S LOCALES EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC

León Soto Gerardo<sup>1</sup>, González López Adriana<sup>2</sup>, Valenzuela Wong Raúl<sup>3</sup>, Pérez-Campos Xyoli<sup>3</sup>, Iglesias Mendoza Arturo<sup>3</sup> y Clayton Robert W.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UMSNH

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup>Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, USA  
gleon@umich.mx

Calculamos los parámetros que describen la anisotropía sísmica de la cuña del manto usando ondas S originadas en la placa de Cocos subducida en la región del Istmo de Tehuantepec. Dichos parámetros son el tiempo de retraso y la dirección de polarización rápida. Los datos utilizados fueron registros del perfil Veracruz-Oaxaca (VEOX) así como de la red permanente de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (SSN). El experimento temporal VEOX estuvo compuesto de 46 estaciones de banda ancha a lo largo del Istmo de Tehuantepec, de norte a sur, estuvo en operación desde mediados de 2007 hasta mediados de 2009. Los resultados obtenidos muestran tiempos de retraso de hasta 0.6 seg consistentes con una dependencia en la profundidad. Las direcciones de polarización rápida muestran un patrón normal a la geometría de la subducción para profundidades mayores a 100 km. A profundidades menores a 100 km el patrón en las direcciones de polarización rápida es más oblicuo a la subducción y en los tiempos de retraso alcanzan hasta 0.4 seg. Estos resultados son consistentes con un "corner flow" en la cuña del manto. Las mediciones de anisotropía para el extremo sur del perfil recorren trayectorias más cortas en la cuña del manto o trayectorias en la corteza continental de América del Norte casi exclusivamente. Por lo tanto estas mediciones indican que la dirección rápida está orientada aproximadamente este-oeste y reflejan preponderantemente el efecto de la corteza continental.

SIS-16

### IMÁGENES SÍSMICAS DE LA CORTEZA A LO LARGO DE LA TRANSECTA: CRESTA DE BEATA-LA ESPAÑOLA-PLATAFORMA DE LAS BAHAMAS (BORDE NE DE LA PLACA CARIBE)

Núñez Escribano Diana<sup>1</sup>, Córdoba Barba Diego<sup>1</sup> y Pazos Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>2</sup>Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Cádiz, España

dianane@fis.ucm.es

La región del Mar Caribe y La Española ha sido objeto de diferentes estudios en los últimos años debido a su interés tectónico y geológico relacionado con procesos de subducción, colisión y desgarres laterales. En el borde NE de la placa Caribe, el arco de isla de La Española colisiona con el Banco de Las Bahamas produciendo una ralentización o interrupción del proceso de subducción debido a su comportamiento rígido. En la parte Sur de La Española, la Cresta de Beata colisiona con esta isla, emergiendo en su parte interior, en la Sierra de Bahoruco, con una anchura aproximada de 100 km. En el sur, la Cresta de Beata se localiza por debajo del nivel del mar, con una extensión aproximada de 350 km.

En los últimos cinco años se han llevado a cabo dos investigaciones geofísicas, GEOPRICO (2005) y CARIBE NORTE (2009), con el objetivo principal de estudiar la estructura profunda de la corteza en el borde NE de la Placa Caribe, desde la Cresta de Beata (República Dominicana) hasta el Pasaje de Anegada (Antillas Menores) así como la determinación de posibles correlaciones entre las características tectónicas observadas en el interior de la Española y las estructuras situadas en las regiones marinas colindantes.

En el marco de esos estudios, se presentan los resultados más significativos de un perfil sísmico profundo mar-tierra de 400 km de longitud, realizado en el proyecto CARIBE NORTE (perfil A) que atraviesa la República Dominicana en su parte occidental, siguiendo una alineación SO-NE. Este perfil está configurado por una red de 101 estaciones sísmicas terrestres desplegadas a intervalos de 2 km, desde Pedernales hasta Puerto Plata y 3 OBS fondeados en el mar, en el extremo SO del perfil. La red de OBS y estaciones sísmicas terrestres registraron los disparos de aire comprimido proporcionados por el BIO HESPERIDES, a intervalos de 90 segundos, a lo largo de dos líneas sísmicas marinas de 100 km de longitud, LM1N (en el extremo norte) y LM1S (en el extremo sur) y una explosión subterránea de 1000 kg de explosivo, situada en la Cordillera Central. Los datos obtenidos tras el procesado, análisis e interpretación de este perfil sísmico, revelan la existencia de variaciones laterales en la velocidad de propagación de las ondas P en la corteza y Manto Superior. En la corteza se ha observado un adelgazamiento pronunciado hacia el sur, desde el interior de la isla hacia el Mar Caribe, donde se alcanza un espesor de 14 km, el cual está relacionado con la presencia de la Cresta de Beata. En el Manto Superior se han determinado velocidades de 7.9-8.1 km/s, así como la presencia de varias discontinuidades que caracterizan una estructura laminar hasta una profundidad media de 100 km.

SIS-17

### IMÁGENES SÍSMICAS DE LA CORTEZA A LO LARGO DE LA TRANSECTA: CRESTA DE BEATA-LA ESPAÑOLA-PLATAFORMA DE LAS BAHAMAS

Córdoba Barba Diego<sup>1</sup>, Núñez Escribano Diana<sup>1</sup> y Pazos Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>2</sup>Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Cádiz, España

dcordoba@fis.ucm.es

La región del Mar Caribe y La Española ha sido objeto de diferentes estudios en los últimos años debido a su interés tectónico y geológico relacionado con procesos de subducción, colisión y desgarres laterales. En el borde NE de la placa Caribe, el arco de isla de La Española colisiona con el Banco de Las Bahamas produciendo una ralentización o interrupción del proceso de subducción debido a su comportamiento rígido. En la parte Sur de La Española, la Cresta de Beata colisiona con esta isla, emergiendo en su parte interior, en la Sierra de Bahoruco, con una anchura aproximada de 100 km. En el sur, la Cresta de Beata se localiza por debajo del nivel del mar, con una extensión aproximada de 350 km.

En los últimos cinco años se han llevado a cabo dos investigaciones geofísicas, GEOPRICO (2005) y CARIBE NORTE (2009), con el objetivo principal de estudiar la estructura profunda de la corteza en el borde NE de la Placa Caribe, desde la Cresta de Beata (República Dominicana) hasta el Pasaje de Anegada (Antillas Menores) así como la determinación de posibles correlaciones entre las características tectónicas observadas en el interior de la Española y las estructuras situadas en las regiones marinas colindantes.

En el marco de esos estudios, se presentan los resultados más significativos de un perfil sísmico profundo mar-tierra de 400 km de longitud, realizado en el proyecto CARIBE NORTE (perfil A) que atraviesa la República Dominicana en su parte occidental, siguiendo una alineación SO-NE. Este perfil está configurado por una red de 101 estaciones sísmicas terrestres desplegadas a

intervalos de 2 km, desde Pedernales hasta Puerto Plata y 3 OBS fondeados en el mar, en el extremo SO del perfil. La red de OBS y estaciones sísmicas terrestres registraron los disparos de aire comprimido proporcionados por el BIO HESPERIDES, a intervalos de 90 segundos, a lo largo de dos líneas sísmicas marinas de 100 km de longitud, LM1N (en el extremo norte) y LM1S (en el extremo sur) y una explosión subterránea de 1000 kg de explosivo, situada en la Cordillera Central. Los datos obtenidos tras el procesamiento, análisis e interpretación de este perfil sísmico, revelan la existencia de variaciones laterales en la velocidad de propagación de las ondas P en la corteza y Manto Superior. En la corteza se ha observado un adelgazamiento pronunciado hacia el sur, desde el interior de la isla hacia el Mar Caribe, donde se alcanza un espesor de 14 km, el cual está relacionado con la presencia de la Cresta de Beata. En el Manto Superior se han determinado velocidades de 7.9-8.1 km/s, así como la presencia de varias discontinuidades que caracterizan una estructura laminar hasta una profundidad media de 100 km.

SIS-18

### A 3D HP-DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD: REVISITING THE M7.3 LANDERS EARTHQUAKE DYNAMICS

Tago Pacheco Josué<sup>1</sup>, Cruz-Atienza Víctor M.<sup>1</sup>, Virieux Jean<sup>2</sup>, Etienne Vincent<sup>3</sup> y Sánchez Sesma Francisco José<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Institut des Sciences de la Terre, UJF, France

<sup>3</sup>UMR Géozur, UNICE, France

<sup>4</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM  
josue.tago@gmail.com

Reliable dynamic source models should account of both fault geometry and heterogeneities in the surrounding medium. In this work we introduce a novel numerical method for modeling the dynamic rupture based on a 3D hp-Discontinuous Galerkin (DG) scheme. Our method is derived from the scheme proposed by Benjemma et al. (2009), which is based on a Finite Volume (FV) approach. Migrating from such approach to the hp-Discontinuous Galerkin philosophy is somehow straightforward since the FV method can be seen as the DG method with its lowest order or approximation (i.e. P0 element).

We present a novel approach for treating dynamic rupture boundary conditions using an hp-Discontinuous Galerkin method for unstructured tetrahedral meshes. Although the theory we have developed holds for fault elements with arbitrary order, we show that second order (P2) elements yield a very good convergence. Since the DG method does not impose continuity between elements, our strategy consists in the way we compute the fluxes across the fault elements. During rupture propagation, the fluxes in the elements where the shear traction overcomes the fault strength are such that continuity of every wavefield is imposed except for the tangential fault velocities, while in the unbroken elements tangential continuity is also imposed. Because the fault nodes of a given element are coupled through the Mass and Flux matrices, when a fault node breaks we impose the shear traction on that node and need to recompute the values throughout the rest, to avoid any violation of the friction law throughout the element. This procedure repeats itself iteratively following a predictor-corrector scheme for a given time step until the element solutions stabilize. We point out that our scheme for the fault fluxes in the case of P0 elements is exactly the same as the one proposed by Benjemma et al. who compute them through energy balance considerations.

To verify our mathematical and computational model we have solved two benchmark problems of the SCEC/USGS Spontaneous Rupture Code Verification Project (Harris et al., 2009): TPV3 and TPV10, and we have compared our solutions with those from other well-established approaches. The second problem is selected because it deals with a 60 degrees-dipping normal fault reaching the free surface (FS), which requires an accurate solution of the fault traction vector (i.e. including the normal component) due to the dynamic feedback from reflected waves in the FS in both the fault strength and shear loading. To illustrate the capabilities of the approach handling non-planar faults in heterogeneous media we present 3D spontaneous rupture scenarios over the Landers-earthquake fault system and discuss the importance of the system geometry to understand the stress change associated with the final slip distribution determined by previous authors.

SIS-19

### UNIVERSAL RELATIONS AND EFFECTIVE PROPERTIES OF MAGNETOELECTROELASTIC PERFORATED STRUCTURES

Sabina Ciscar Federico J.<sup>1</sup>, Bravo Castellero J.<sup>2</sup>, Rodríguez Ramos R.<sup>2</sup>, Guinovart Díaz R.<sup>2</sup>, Mechkour H.<sup>3</sup>, Brenner R.<sup>4</sup> y Camacho Montes H.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

<sup>2</sup>Universidad de La Habana

<sup>3</sup>Ecole Centrale d'Electronique, ECE, Paris

<sup>4</sup>Universite Paris Nord

<sup>5</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
fjs@mym.iimas.unam.mx

Based on the two-scale convergence homogenization method the limiting equations modeling the behavior of a three-dimensional magneto-electro-elastic (MEE) composite made of periodically perforated microstructure are rigorously established.

The homogenized problem is considered for the particular case of porous materials consisting of identical parallel empty cylinders periodically distributed in a transversely isotropic MEE and homogeneous medium. Not restrictions about their global behavior are supposed. Universal relationships involving the MEE effective properties were derived without solving any local problem. For the particular case of transversely isotropic effective behavior, simple analytical expressions for the effective coefficients are explicitly given for two types of empty bres periodical distribution (i.e., square and hexagonal arrays). An analytical formula to estimate the specific volume fraction where the magneto-electric effective coefficient keeps their minimum value is given. Eventually, these relationships and formulae are used to check the accuracy of a numerical homogenization scheme based on Fourier transform technique. Comparisons with others micromechanical models are also included.

SIS-20

### MODELOS DE VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE EN LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD MEXICO. RESULTADOS A PARTIR DE LA CORRELACION DE RUIDO SISMICO

Cárdenas Soto Martín<sup>1</sup>, Reyes Pimentel Thalía Alfonsina<sup>1</sup> y Chávez García Francisco J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM  
martinc@servidor.unam.mx

En este estudio presentamos los resultados del registro continuo del movimiento del terreno mediante sismógrafos de banda ancha en la zona poniente de la ciudad de México, especialmente en las inmediaciones de las Delegaciones Álvaro Obregón (DAO) y Miguel Hidalgo (DMI). En esta zona se han conformado arreglos de estaciones (con 3 y hasta 9 equipos) con el fin de precisar modelos de velocidad de ondas de corte que contribuyan al conocimiento del subsuelo. Por el lado de la DAO se cuenta con datos de registro de más de 3 meses de duración en distancias de centenas de metros hasta 4 km en promedio. Por otro lado, en la DMI, en especial en la zona de Bosque de Chapultepec, la apertura de estaciones es del orden de decenas de metros hasta 2 km en promedio, pero con registro continuo que no excede las 5 horas de duración. La técnica empleada para la obtención de resultados sigue el método de interferometría sísmica entre pares de estaciones y el método de correlación espacial SPAC. Los modelos de velocidad obtenidos de la dispersión de ondas superficiales muestran velocidades de ondas de corte que van desde los 200 m/s en las capas más superficiales, hasta velocidades del orden de 1500 m/s a profundidades promedio de 1 km. Estas velocidades son propias de los materiales vulcano-sedimentarios la sierra de las cruces, que en algunas zonas muestran variaciones debido a la presencia de materiales saturados y discontinuidades en profundidad.

SIS-21

### ESTIMACIÓN CONJUNTA DE VELOCIDADES SÍSMICAS (VP Y VS) DE SUELOS A PARTIR DE VELOCIDADES DE FASE DE ONDAS RAYLEIGH

Frez Cárdenas José y Cruz Hernández Favio

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jofrez@cicese.mx

El estudio de suelos (1D, en esta presentación) para propósitos de Ingeniería generalmente necesita la determinación de la velocidad de onda S y una opción para ello es utilizar las velocidades de fase de ondas Rayleigh que resultan del análisis de ruido sísmico. El problema directo está suficientemente resuelto en cuanto al cálculo de las velocidades de fases y de las derivadas parciales correspondientes. El estudio de sensibilidad (medios heterogéneos) con estas derivadas indica que es necesario a) incluir como incógnita la velocidad de onda P y b) resolver la presencia de correlación en las estimaciones de ambas variables. En la inversión conjunta, agregamos la restricción de una razón de velocidades Vp/Vs constante lo que, para profundidades máximas

de 20 a 30 metros, parece razonable. La función objeto a optimizar, que utiliza linealización, contiene los términos de ajuste, de regularización (primeras derivadas) y de la restricción. Además, se usa la técnica de reponderación para simular la optimización en norma L1 del término de regularización, utilizando la norma en L2, con lo cual resulta un algoritmo más sensible a la detección de discontinuidades estructurales.

Los resultados muestran poca resolución para determinar unívocamente la razón de velocidades, aunque se obtiene una cota de estos valores, así como una buena determinación de la velocidad de onda S y de profundidades de discontinuidades cerca de la superficie. El procedimiento se aplica a sitios del Valle Mexicali; en otra escala y con el mismo tipo de datos, se puede aplicar en estudios de la estructura de la corteza.

SIS-22

### MODELADO DE LA ESTRUCTURA SOMERA BAJO LAS ESTACIONES DE LA RED RESNES, USANDO EL MÉTODO DE PROPAGACIÓN DE ONDAS DE MATRICES DE RIGIDEZ

Fernández Heredia Avelina Idalmis, Huerta López Carlos Isidro y Castro Escamilla Raúl  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
idalmis@cicese.mx

Las estaciones de la Red Sísmica del Noreste de Sonora, México (RESNES), se encuentran ubicadas en sitios con condiciones litológicas diferentes y la respuesta sísmica local del suelo en estos sitios presenta características específicas. Las estaciones OJO, ELO y NAC están ubicadas sobre rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario. La estación DIV sobre rocas del mismo tipo anterior pero de edad Cretácico. Las estaciones OAX, MOR, VHI, MOC y BAC se encuentran sobre depósitos continentales (Conglomerados de edad Terciario).

Usando el método de propagación de ondas de matrices de rigidez, se modeló la estructura somera bajo estas estaciones y se caracterizó cada sitio mediante una columna litológica típica, comparando los cocientes espectrales promedio entre las componentes horizontales sobre la vertical modelados ((sv-sh)/v), con los cocientes espectrales promedio entre las componentes norte-sur y este-oeste sobre la vertical ((ew-ns)/v), previamente calculados en cada estación a partir de registros acelerográficos.

Al comparar los resultados para todas las estaciones se obtuvieron dos modelos generalizados: El de Tipo I, que caracteriza a las estaciones ELO, OJO, NAC, DIV, MOC ubicadas al oeste del sistema de fallas y el de Tipo II, que explica el comportamiento de los sitios de ubicación de las estaciones MOR, BAC, OAX, VHI, localizadas todas sobre el sistema de fallas.

Los modelos finales que representan la estructura somera en cada sitio, tienen cierta similitud con la columna litológica generalizada del área de estudio y aportan información al modelo de corteza que se usa en la región para las determinaciones hipocentrales.

SIS-23

### ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN SÍSMICA EN EL BLOQUE DE JALISCO, USANDO REGISTROS DE LA RED MARS

Mercado Martínez Sandra Inés<sup>1</sup>, Castro Escamilla Raúl<sup>2</sup>,  
Gómez González Juan Martín<sup>3</sup> y Montalvo Arrieta Juan Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

<sup>2</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>3</sup>Centro de Geociencias, UNAM

simm@geociencias.unam.mx

Analizamos la atenuación del Bloque de Jalisco con registros de la red MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone). Región donde se instalaron 50 sismógrafos digitales de banda muy ancha en el período de enero de 2006 a junio de 2007. La distribución de las estaciones sísmicas permitió una buena cobertura azimutal en el área de estudio. La base de datos inicial para este estudio esta formada por 114 eventos en su mayoría corticales, con magnitudes que varían entre 2.8 y 5.4, y distancias hipocentrales entre 20 y 450 km. Como primer paso calculamos el espectro de amplitud suavizado para una ventana que contiene el 80% de la energía total de la onda S, junto con una discretización de frecuencias en el rango de 0.1 a 15.85 Hz. Para la estimación del factor Q y el análisis de las posibles fuentes de atenuación, fue necesario parametrizar las funciones de atenuación encontradas considerando formas analíticas de la dispersión geométrica y la atenuación anelástica de las ondas S. Las funciones de atenuación fueron modeladas empíricamente usando la expresión:  $A(f,r) = G(r) \cdot e^{-\#r/Q\#}$ , donde  $f$ ,  $r$ ,  $\#$  y  $G(r)$  son frecuencia, distancia hipocentral, promedio de velocidad de la onda S y la función de dispersión geométrica, respectivamente. Asumiendo que  $G(r) = 20/r^b$ , donde  $b$  toma valores de 1.0 o 0.5 dependiendo de la distancia crítica a partir de la cual la dispersión geométrica es menos severa. Bajo la hipótesis de que la atenuación a lo largo de la costa es diferente a la atenuación en la dirección perpendicular a la trinchera, estimamos Q a lo largo de dos pares de líneas perpendiculares

entre sí. Encontramos que  $G(r)$  y  $Q$  dependen de la frecuencia; presentamos la relación de dependencia en cada línea y las implicaciones de ello.

SIS-24

### MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS DEL SISMO DEL 25 DE FEBRERO DE 2011 EN ZONA CONURBADA DE XALAPA

Torres Morales Gilbert Francisco<sup>1</sup>, Dávalos Sotelo Raymundo<sup>2</sup>, Mora González Ignacio<sup>1</sup>, Córdoba Montiel Francisco<sup>1</sup>, Castillo Aguilar Saúl<sup>3</sup>, García Martínez Jorge<sup>1</sup>, García Colorado Francisco Javier<sup>1</sup>, Leonardo Suárez Miguel<sup>1</sup>, Álvarez Palacios José Luis<sup>2</sup> y Mendoza Carvajal Antonio de Jesús<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, UV

<sup>2</sup>Instituto de Ecología, A.C.

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Civil, UV

giltorresmorales@yahoo.com.mx

El día 25 de febrero a las 7:08 hrs se registró un sismo en la zona conurbada de la ciudad de Xalapa (ZCX), causando alarma en la población. Este sismo tuvo una magnitud de 6.0 localizado en la frontera entre Oaxaca y Veracruz, a 30 km al Suroeste de Sayula de Alemán, Veracruz. El sismo ocurrió a las 7:07 horas, tiempo del centro de México. Las coordenadas del epicentro fueron 17.76 latitud N y 95.21 longitud W, y su profundidad fue de 135 km.

El Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) cuenta con un red de monitoreo sísmico en la ZCX con fines de microzonificación sísmica y en ese momento estaban funcionando cuatro estaciones de banda ancha con equipo 6TD de la marca Guralp, ubicadas en las diferentes zonas geológico-geotécnicas de la ZCX.

El sismo saturó dos de las estaciones de monitoreo sísmico ubicadas en terreno blando, lo que despertó gran interés en conocer las intensidades percibidas por la población en las diferentes zonas de la ciudad por lo que se realizaron encuestas para poder delimitar dichas intensidades ante este sismo. Gracias a la colaboración de los alumnos de la materia de Ingeniería Sísmica de la carrera de Ingeniería Civil se realizaron encuestas en la ciudad, dividiéndola en sectores norte, sur, este, oeste y centro.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a la población en la ZCX en forma de un mapa de intensidades para la ZCX, donde se indican las zonas en las cuales la población percibió el sismo con mayor intensidad. Esta información se relaciona con los resultados de la microzonificación sísmica de la ZCX y de la recopilación de la información más importante de las características geológico-geotécnicas y topográficas.

Además, se obtuvo, para las estaciones donde se registró el sismo correctamente, la función de transferencia entre las estaciones ubicadas en terreno firme y blando, para identificar la amplificación relativa entre estas estaciones, y poder comparar con esto, los resultados obtenidos en los estudios preliminares realizados en la ZCX, como los mapas de isoamplificaciones, isofrecuencias e isoperíodos.

SIS-25

### ANÁLISIS DE LOS MICROTREMORES Y SU AMPLIA APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA

Ibarra Torúa Gema Karina<sup>1</sup> y López Pineda Leobardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora

<sup>2</sup>Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

gkibarra@dicym.uson.mx

Las ondas que causan las vibraciones ambientales registradas en la superficie del suelo, según Nakamura(Nakamura, Y., 1989), son de dos tipos: ondas superficiales (específicamente, ondas Rayleigh) y ondas de cuerpo (P y S), por lo que se construye un modelo de ruido sísmico ambiental apoyado en la teoría de vibración y ondas, considerando a los microtremores como una combinación de movimientos armónicos simples (MAS).

En la actualidad la técnica de cocientes espectrales ha tenido muchas aplicaciones alrededor del mundo, y en la mayoría de ellas, las gráficas que se obtienen presentan diversas anomalías, en las cuales, hasta el momento, no tienen interpretación alguna, por lo que se realiza un estudio detallado de dichas amplificaciones, para darles nuevas interpretaciones de interés en la ingeniería. Con esta técnica se observan microtremores y se clasifica a cada tipo de material de acuerdo al valor de su frecuencia natural, así también se compara dicha frecuencia, contra otro estado en el que el mismo material modifica sus propiedades dinámicas.

SIS-26

### AVANCES EN LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE CUSCO, PERÚ. FRECUENCIAS PREDOMINANTES

Cuenca Sánchez Julio César<sup>1</sup>, Cuenca Sánchez Jorge Henry<sup>2</sup>, Rodríguez González Miguel<sup>1</sup> y Benavente V. Ruperto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú  
jccsa@pumas.iingen.unam.mx

Los recientes sismos locales de 1950, M=6.0; y de 1986, M=5.3, dejaron grandes daños en la región. Hoy ante el desarrollo urbanístico y construcción de nuevas edificaciones, comerciales, hoteleras y casa habitación en la ciudad de Cusco, se hace necesaria la actualización del estudio de microzonificación sísmica. En este trabajo se presentan los resultados de 30 mediciones del campo de ruido sísmico ambiental, en esta ocasión cubriendo sólo algunas manzanas alrededor de la plaza de armas. La geología superficial en el centro de la ciudad está compuesta de suelos formados por capas de arcilla y arena. Un río entubado cruza la plaza de armas y discurre en pendiente hacia el sur-este. Allí algunas construcciones modernas, otras de piedra, sobre muros incas, de adobe y además centros educativos, museos e iglesias están expuestas a la vulnerabilidad ante un fuerte futuro evento sísmico. Este trabajo forma parte del vigente convenio de colaboración internacional entre la Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco Perú y la Universidad Nacional Autónoma de México.

SIS-27

### CAMBIOS DE PERIODO DOMINANTE DEL SUELO DE LA CUENCA DE MEXICO: PROPUESTA DE UN NUEVO MAPA PARA LAS NTC PARA DISEÑO POR SISMO

Martínez González José Antonio y Lermo Samaniego Javier  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
jmartinezgo@iingen.unam.mx

En este trabajo se utilizaron registros de vibración ambiental conocidos también como microtemores y registros de aceleración de la red del CIRES y del Instituto de Ingeniería de los años 2009-2010 y aplicando la técnica de Nakamura, para evaluar el cambio que ha tenido el suelo en los valores de periodo dominante por efecto del hundimiento regional. Se tomaron registros de vibración ambiental en 23 sitios instrumentados y con la información obtenida con los registros de movimientos fuertes nos permitió realizar un comparativo con los valores obtenidos en el trabajo de Lermo et. al. (1992). La ubicación de la red sísmica localizada en prácticamente toda la extensión del Distrito Federal permitió observar la tendencia de estos cambios en toda la ciudad. Aunado a esto se han venido realizando campañas de microtemores en diferentes partes de la ciudad, algunas de estas mediciones se hicieron en lugares donde ya se tenía información de hace aproximadamente 20 años. Todo lo anterior permitió generar una ecuación que describe el cambio del subsuelo por el hundimiento para un periodo de 20 años. Esta relación nos permitió actualizar los valores que se tenían para integrarlos en una base de datos actualizada para el año 2010, conformada por cerca de 1000 datos. Por otro lado se hace un análisis del actual límite  $T_0=0.5s$ , que conforme nuestros datos refleja que no es representativo del comportamientos dinámico del suelo ante la respuesta de un sismo. Finalmente se propone un nuevo mapa de periodos dominantes para las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

SIS-28

### MICROZONIFICACIÓN CON FINES DE DISEÑO SÍSMICO DE LA CIUDAD DE APIZACO, TLAXCALA, MÉXICO

Angulo Carrillo Joel y Lermo Samaniego Javier  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
joelpumas07@yahoo.com.mx

La ciudad de Apizaco Tlaxcala ha ido evolucionando a lo largo de su historia en sus construcciones e infraestructura, sin embargo, este crecimiento se ha dado a pesar de no contar con estudios sísmicos que den paso a una mejor planeación del suelo y de su estructura, por consiguiente, se propone realizar la microzonificación sísmica que consiste en definir la respuesta dinámica del suelo, que permite pronosticar aceleraciones e intensidades del movimiento del suelo ante la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud importante. La metodología para estimar los periodos dominantes (para la clasificación dinámica de los tipos de terreno), por medio de la Técnica de Nakamura (HVNR), obtenidos de registros de microtemores y temblores, partiendo de la hipótesis de que el cociente espectral HVNR, es un estimador confiable de los factores de amplificación del sitio. Para validar esta metodología, se instaló una red temporal con 11 estaciones de banda ancha en la ciudad de Apizaco, siendo una de ellas la estación de referencia. En cada estación de interés se utiliza la relación HVNR para escalar las amplitudes del acelerograma registrado en la estación de referencia y así obtener el correspondiente en superficie, para la

estimación de intensidades sísmicas en la zona urbana, la estimación se realiza para dos escenarios sísmicos: El temblor del 25 de febrero de 2011 (Mw6.0), con epicentro en Sayula de Alemán, Veracruz y para el temblor del 15 de junio de 1999 (Mw7.0) con epicentro en Tehuacán, Puebla. Los resultados se presentan por medio de mapas, la medida de la intensidad sísmica se considera como la ordenada espectral para distintos valores del periodo estructural. Finalmente se deduce que la metodología propuesta en este trabajo es una herramienta bastante rentable para la microzonificación sísmica con fines de diseño.

SIS-29

### PERIODOS DOMINANTES PARA LA CIUDAD DE PUERTO VALLARTA, JALISCO, MÉXICO

Gómez Hernández Adán<sup>1</sup>, Cárdenas Soto Martín<sup>2</sup>, Núñez Cornú Francisco Javier<sup>1</sup>, Sánchez Aguilar John Jairo<sup>3</sup>, Trejo Gómez Elizabeth<sup>1</sup> y Rodríguez Uribe María Carolina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de la Costa, UDG

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia  
a881965@yahoo.com.mx

La microzonificación sísmica es la caracterización del subsuelo de una zona, que generalmente esta urbanizada, mediante las frecuencias características de vibrar de los depósitos de suelo blando. Generalmente, tal microzonificación se plasma en un mapa, que además incluye, la amplificación relativa de los depósitos de suelo en la frecuencia determinada. Una microzonificación sísmica es la base para posteriores mapas que pueden incluir peligros geológicos o distribuciones de aceleraciones máximas ante la ocurrencia de sismos futuros.

La ciudad de Puerto Vallarta, México (Pob.~ 221,000) se encuentra ubicada en el oeste del Estado de Jalisco y colinda con el municipio de Bahía de Banderas, dado el potencial económico de la región, en los últimos años la ciudad de Puerto Vallarta a crecido desmesuradamente, cambiando los usos de suelo, sin hacer los estudios pertinentes, esto con el fin de hacer edificaciones mas grandes o edificar viviendas en lugares por demás peligrosos.

Uno de los procedimientos más comunes para obtener la caracterización geodinámica del terreno es en base a estudios de vibración ambiental (H/V) con la cual realizaremos esta investigación. Se ha diseñado una cuadrícula en un mapa geológico de la ciudad de Puerto Vallarta con nodos a cada 2 km., las muestras en campo son tomadas con un sensor acoplado a una estación portátil. Los resultados preliminares de medidas del ruido sugieren amplificaciones de las aceleraciones del orden de 1.5 segundos para los sitios muestreados en Puerto Vallarta. Los resultados preliminares sugieren amplificaciones de suelo moderada en las zonas más próximas a la zona de la costa, en comparación a los sitios de la zona de la colina. Los resultados de este estudio sugieren realizar estudios de caracterización del suelo mediante otro tipo de técnicas indirectas que permitan contar con una caracterización más profunda del subsuelo a fin de establecer modelos que puedan ser utilizados con fines de peligro sísmico.

SIS-30 CARTEL

### ¿QUÉ ONDA CON MÉXICO? EL EFECTO DE LA PLACA DE COCOS EN LA PROPAGACIÓN DE ONDAS

Domínguez Ramírez Luis Antonio y Davis Paul  
Earth and Space Sciences, UCLA  
ladominguez@ucla.edu

México es una de las diez zonas de subducción plana del mundo. A diferencia de la mayor parte de las zonas de subducción a lo largo del cinturón de fuego del Pacífico. La región central de Mesoamérica se distingue por el bajo ángulo de subducción de la placa de Cocos. La sección de la placa que se ubica en el estado de Guerrero, se desliza por debajo de la corteza continental de manera casi horizontal por casi ~250 km antes de cambiar abruptamente su ángulo de subducción. Esto forma una estructura similar a una guía de onda, la cual es capaz de capturar energía sísmica de eventos teleseísmicos y transmitirla a lo largo de la corteza continental con relativa poca atenuación. Aquí examinamos, las consecuencias que esto tiene en la propagación de ondas y bajo que circunstancias ocurre dicho fenómeno. Por una parte, ondas de baja frecuencia (< 1Hz) cuya longitud de onda es comparable al grosor de la corteza (~40km) son atrapadas en forma de ondas de superficie por esta estructura cuando inciden en la trinchera del lado del océano. Efectos similares se han observado a nivel de cuencas sedimentarias como el valle de México, pero por primera vez documentamos un fenómeno similar pero a nivel continental. Además, investigamos otro efecto interesante pero en este caso para ondas de alta frecuencia (>1Hz) usando eventos locales. Por medio del método de Ventanas Múltiples de Tiempo de Hoshiba (1991). Obtuvimos medidas de atenuación intrínseca y por difracción para la zona de Guerrero. A través de los cálculos de atenuación por difracción, observamos que la trayectoria media libre para esta región es de alrededor ~250km. Un número bastante elevado considerando la condiciones geológicas del área. Aquí sugerimos que esta inconsistencia puede ser explicada de manera similar debido a la características de la zona de subducción.



SIS-31 CARTEL

### PATRÓN DE RADIACIÓN SÍSMICA DE DIFERENTES TENSORES DE MOMENTO

Ortega Ruiz Roberto  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
ortega@cicese.mx

Presento una formulación simple que expresa la radiación sísmica de diferentes tensores de momento basado en el vector generalizado del campo de desplazamiento. Esta nueva evaluación de los patrones de radiación es útil para comprender la naturaleza de los diferentes procesos de ruptura. Los resultados analíticos de par doble, vector lineal dipolar compensado, tensional-crack y de explosión se comparan. Además, el valor analítico del cuadrático medio se calcula. Para CLVD los patrones de radiación cuadrática media son significativamente mayores que los de doble par puro (DC), lo que implica que la energía sísmica radiada de los terremotos con alto componente de CLVD ha sido subestimada si se calcula como puro DC. En comparación con el valor esperado de doble par, el valor medio al cuadrado de P y S de CLVD son 3 y 7 veces mayor, respectivamente. Los patrones de radiación de las ondas P de CLVD pura tienen simetría axial con una superficie nodal cónica, mientras que para las grietas tensionales y las explosiones las superficies nodales están ausentes. Las radiaciones de ondas S, varían en forma, de los cuatro casos estudiados sólo para el componente DC existe SH. Los patrones de radiación SV tienen planos nodales para todos los casos con la excepción de las explosiones en las cuales las ondas S no están presentes.

SIS-32 CARTEL

### CATÁLOGO DE EVENTOS DE SLIP REGISTRADOS CON LOS INSTRUMENTOS GEOTÉCNICOS Y PIEZÓMETROS EN LA CUENCA DE CERRO PRIETO

Glowacka Ewa<sup>1</sup>, Sarychikhina Olga<sup>1</sup>, Vázquez González Rogelio<sup>1</sup>, Nava Pichardo Alejandro F.<sup>1</sup>, García Hernández Antonio<sup>2</sup>, Pérez Adriana<sup>3</sup>, Aguado Guzmán Claudia M.<sup>2</sup>, López Hernández Miriam<sup>4</sup>, Farfán Francisco<sup>1</sup>, Díaz de Cossío Batani Guillermo<sup>1</sup> y Orozco León Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

<sup>3</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Guerrero

glowacka@cicese.mx

En los últimos años, en muchos lugares del mundo se han observado eventos, llamados generalmente sismos lentos, caracterizados por duración más larga, con desplazamiento más pequeño, y propagación de la ruptura mucho más lenta que los sismos normales. Estos fenómenos, tales como SE- Slow earthquake – sismo lento, Silent earthquake – sismo silencioso, LFE- Low Frequency Event- sismo de baja frecuencia, ETS- Episodic Tremor and Slip y VLF- Very Low Frequency earthquake- sismo de muy baja frecuencia, han sido descritos en, por ejemplo, trabajo de Ide et al. (2007). La falla de San Andres alrededor de Parkfield, California, es uno de los lugares más largamente estudiados, donde se ha venido observando creep continuo y slip episódico (ES) desde los años 60's (e.g. Wesson, 1988, Linde et. al. 1996). En la zona de la cuenca de Cerro Prieto han sido identificados creep continuo y slip episódico desde los años 90-s. El estudio de este tipo de fenómenos es importante para entender la física de los procesos sismotectónicos en una escala de tiempo relativamente corta.

El área de la cuenca de Cerro Prieto, parte más activada del Valle de Mexicali, delimitada por las fallas Imperial y Cerro Prieto, que forman parte del sistema transforme de San Andrés, se caracteriza por rápidas deformaciones geodésicas, alto flujo de calor, volcanismo reciente y alta sismicidad. Adicionalmente, la extracción de fluidos en el campo geotérmico Cerro Prieto desde 1973, está influyendo en la deformación de la zona.

Para estudiar la distribución espacial y temporal de las deformaciones de la corteza en el Valle de Mexicali, CICESE mantiene, desde 1996, una red de medidores de deformación (REDECVAM). En 2009 la red incluía 3 extensómetros y 6 inclinómetros, todos con medición continua, con frecuencia de muestreo entre 2 y 20 minutos, instalados principalmente en las fallas que limitan la cuenca de Cerro Prieto.

La red de monitoreo de pozos de Mexicali ha estado en operación desde el 2003 de manera casi continua, y consiste de 4-7 pozos equipados con medidores de registro continuo programados para tomar los datos del nivel de agua y temperatura y de dos barómetros para el registro de la variación de la presión y la temperatura ambiental, todos con intervalo de muestro en minutos.

Desde la instalación de la red de deformación, docenas de eventos de 'slip' asísmicos, con magnitud hasta 30 mm y duración de 1-3 días, fueron registrados en las fallas de la cuenca Cerro Prieto ( Nava y Glowacka, 1999, Glowacka et al., 2010), algunos de ellos asociados con el cambio permanente de nivel de agua en el pozo cercano (Glowacka et al., 2007).

Se presenta el avance en la búsqueda de datos de deformación y nivel de agua en la zona, para crear un catálogo de eventos de 'slip'.

El trabajo fue realizado gracias al soporte CONACYT para el proyectos 45997-F y 105907, y a becas de Academia Mexicana de las Ciencias y Delfin para Verano Científico.

SIS-33 CARTEL

### MECANISMOS FOCALES DE TERREMOTOS INTERMEDIOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA

De la Vega Cabrera Oscar Omar<sup>1</sup> y Hjørleifsdóttir Vala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

dex\_omega19@hotmail.com

Los parámetros obtenidos del Tensor de Momentos de Centroide (CMT) en terremotos (magnitud, localización y mecanismo focal que se ajusten mejor a una fuente de tipo puntual), nos permiten obtener información esencial sobre la tectónica de la zona, y el mecanismo de la activación y desplazamiento de fallas, además son de gran importancia en la información necesaria para la comprensión de la estructura y geodinámica interna de nuestro planeta. Dichos mecanismos demuestran el comportamiento dinámico del interior de la tierra, revelan la ubicación de fallas activas desconocidas en el territorio, pudiendo generar datos de importancia en las posibles zonas de riesgo y su respectiva divulgación. Global CMT estudia lo temblores de magnitud mayor a cinco con redes globales, y el SSN estudia los eventos sísmicos en México con redes nacionales, para una obtención rápida de la magnitud.

La finalidad de este estudio es generar un catálogo, en donde el objetivo principal sería la obtención de mecanismos focales de alta calidad, con énfasis en los terremotos más pequeños que los estudiados por agencias globales, y con mejor calidad que los de estimación rápida por el SSN, usando sismogramas sintéticos calculados para un modelo de la Tierra con variaciones en las velocidades de ondas sísmicas en tres dimensiones, diversas ventanas de tiempo y filtros de bandas.

Se ha elegido como metodología del proyecto, para la inversión de los parámetros de la fuente, el método de Liu et al (2004), que nos permite conocer o estimar los cinco elementos independientes del Tensor de Momentos desviadora. Mediante la manipulación de los datos observados y la generación de Sismogramas Sintéticos minimizando las posibles variaciones entre los datos observados y los sintéticos para la generación de un modelo lo más acertado posible. Este método incorpora de manera sencilla múltiples ventanas y sismogramas sintéticos calculados para una tierra tridimensional. Dicha metodología la estamos basando en la premisa de que conocemos a la perfección la velocidad y estructura de la región estudiada minimizando de esta forma las variaciones mayores.

Hemos elegido para este análisis los eventos sísmicos entre magnitudes 5.0-6.0 escala de Richter en un periodo de tiempo albergado en el año 2010, y abarcando toda la extensión del territorio nacional. Primeramente se ha comenzado con sismos de magnitud moderada intermedia, porque nos permiten conocer con mayor profundidad el comportamiento de los mecanismos focales con una mayor precisión eliminando errores y variaciones inherentes a velocidades altas de difícil procesamiento y ruidos exagerados que perturban el estudio. Esta primera parte del proyecto tiene como finalidad adjuntar lo resultados obtenidos a los ya establecidos por agencias globales como "Global CMT", y nacionales como SSN.

SIS-34 CARTEL

### CARACTERÍSTICAS DE LOS TEMBLORES EN EL GOLFO DE MÉXICO

Ruiz Carrasco Víctor Hugo y Yamamoto Victorio Jaime

Instituto de Geofísica, UNAM

hugov823@gmail.com

Aunque el Golfo de México (GM) es considerado asísmico, se han registrado alrededor de 30 temblores pequeños entre los años 1999 a 2011, de magnitud 5.0 o menor. Dos excepciones, son el temblor del 10 de septiembre de 2006, de magnitud 5.8, localizado en el borde oriental del GM a 400 km de la costa de la Florida, y el evento del 23 de mayo de 2007 de magnitud 5.2, en el borde opuesto frente a la costa de México. Debido a la importancia económica del GM es primordial conocer características del origen tectónico de estos eventos.

En el presente trabajo se analizan las características de la fuente de los sismos así como la atenuación de algunas trayectorias de las ondas sísmicas en la zona.

SIS-35 CARTEL

### CODA WAVE ANALYSIS IN NORTH AMERICA USING EARTHSCOPE TRANSPORTABLE ARRAY DATA

Escudero Ayala Christian Rene<sup>1</sup> y Doser Diane<sup>2</sup><sup>1</sup>Centro Universitario de la Costa, UDG<sup>2</sup>The University of Texas at El Paso, USA

escudero.sivoc@gmail.com

We determined seismic wave attenuation in the western and central United States (e.g. Washington, Oregon, California, Idaho, Nevada, Montana, Wyoming, Colorado, New Mexico, North Dakota, South Dakota, Nebraska, Kansas, Oklahoma, and Texas) using coda waves. We selected approximately twenty moderate earthquakes (magnitude between 5.5 and 6.5) located along the Mexican subduction zone, Gulf of California, southern and northern California, and off the coast of Oregon for the analysis. These events were recorded by the EarthScope transportable array (TA) network from 2008 to 2011. In this study we implemented a method based on the assumption that coda waves are single backscattered waves from randomly distributed heterogeneities to calculate the coda Q. The frequencies studied lie between 1 and 15 Hz. The scattering attenuation is calculated for frequency bands centered at 1.5, 3, 5, 7.5, 10.5, and 13.5 Hz. In this work, we present coda Q resolution maps along with a correlation analysis between coda Q and seismicity, tectonic and geology setting. We observed higher attenuation (low coda Q values) in regions of sedimentary cover, and lower attenuation (high coda Q values) in hard rock regions. Using the 4-6 Hz frequency band, we found the best general correlation between coda Q and central-western North America bedrock geology.

SIS-36 CARTEL

### CÁLCULOS BÁSICOS RELACIONADOS CON TSUNAMIS Y SIMULACIÓN BIDIMENSIONAL

Fuentes Villagómez Nayeli del Carmen, Miranda Jiménez Ricardo y Salazar Peña Leobardo  
Instituto Politécnico Nacional, IPN  
anillo\_n@yahoo.com.mx

Los temas sismológicos que hasta ahora se han tratado en la carrera de Ingeniería Geofísica en el Instituto Politécnico Nacional, incluyen temas relacionados con la exploración y terremotos. Sin embargo no se han tratado profundamente, ni realizado cálculos referentes a los Tsunamis. Es por ello que en este trabajo propone generar cuantificaciones relacionadas con tiempos de llegada y simulación computacional bidimensional.

Se recurre a los conceptos básicos de los Tsunamis, para establecer una línea de cálculos a seguir. Se dará a conocer la teoría del tema para un provecho educacional en nuestra carrera, por que en la actualidad no se cuenta con mucha información. Tampoco se cuentan con tesis o trabajos a nivel Maestría y Doctorado que se relacionen con la modelación de Tsunamis en 2-D y 3-D.

Los cálculos inicialmente se enfocan a los tiempos de llegada. Para ello se toma en cuenta la ubicación del epicentro, la distancia epicentral como se considera en localización de terremotos para distancias locales, regionales y telesísmicas, así como velocidades de propagación promedio y que dependan de la profundidad del océano. Los tiempos de arribo se calculan para los casos de costas de América Latina y el Caribe. Los resultados de esta parte se representan en mapas de tiempos de llegada en tiempo de propagación y tiempo de horario local para algunas zonas. Los tiempos horarios se consideran muy importantes, pues la sociedad no está acostumbrada a un tiempo de propagación absoluto como regularmente se divulga en el medio científico.

En la parte simulación computacional bidimensional, se toma un esquema en diferencias finitas para el plano x-z o caso P-SV. Se utilizan un modelo de ecuaciones de movimiento en términos de velocidades y esfuerzos. En la simulación se procede a la construcción de modelos de estratificación sencilla de mar-litósfera oceánica. Inicialmente se propagan ondas sísmicas sin incluir el término de gravedad para probar la validez del esquema. Luego se introduce el término de gravedad y una fuente sísmica adecuada realizando pruebas numéricas. Finalmente se simula un tsunami con los parámetros que se involucran en su propagación para una llegada en zona costera.

SIS-37 CARTEL

### EVENTOS SÍSMICOS PECULIARES EN EL TERRITORIO MEXICANO Y ZONAS ADYACENTES

Solano Hernández Ericka Aline<sup>1</sup>, Hjørleifsdóttir Vala<sup>2</sup> y Pérez-Campos Xyoli<sup>2</sup><sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

alierika@gmail.com

Estudios a escala global (Ekström, 2006), han detectado eventos peculiares que generan energía sísmica, pero que no son temblores en el sentido tradicional.

Estos eventos son originados por ejemplo por actividad volcánica, deslaves y eventos glaciares, con la suficiente energía para ser registrados por varios sismómetros alrededor del mundo. Dichos eventos no fueron inicialmente identificados por carecer de ondas impulsivas P, las cuales son empleadas por los métodos tradicionales de detección. Otros estudios (e.g., Kostoglodov, et. al., 2003) han observado sismos peculiares en zonas de subducción, sismos lentos, que tienen duraciones más largas que los sismos tradicionales, por lo que tampoco son observados con los métodos convencionales.

Para la búsqueda de sismos no impulsivos a escala global, son empleadas ondas superficiales de periodo largo registradas, principalmente, en la Red Sismológica Global (GSN, por sus siglas en inglés) y posteriormente, publicados en el catálogo Global de Tensores de Momento del Centroide (GCMT). La detección y el algoritmo de localización tiene su fundamento en técnicas de procesamiento de arreglos empleando estaciones de prueba. Cualquier onda de Rayleigh proveniente del lugar de prueba, estará en fase a lo largo de las estaciones del arreglo global, entonces, las señales pueden ser analizadas donde la presencia de energía coherente sea simultánea. Los datos sísmicos son analizados para una malla de localizaciones de prueba que cubren la superficie terrestre.

Gracias al proyecto del GCMT, encontramos 4 sismos ocurridos en el año 2009, dos frente a las costas de Michoacán, uno frente a las costas de Jalisco y otro frente a las costas de Honduras en el mar Caribe, todos con magnitud alrededor de 5. Aun cuando son de magnitud considerable, el catálogo del Servicio Sismológico Nacional no contiene dicha información. No sabemos su origen pero, sabemos que los sismos no detectados, se encuentran en fallas transformantes en el Pacífico y el Caribe. El propósito de nuestro proyecto es hacer un estudio a escala regional en México de eventos no impulsivos, haciendo uso de datos de redes regionales para detectar y estudiar eventos con magnitud menor que los que puedan ser observables por las redes globales.

SIS-38 CARTEL

### DEPURACIÓN DE UN CATÁLOGO HOMOGÉNEO DE SISMICIDAD DE MÉXICO

Zuñiga Davila-Madrid Francisco Ramón<sup>1</sup> y Tienda Bazaldúa Martha Elena<sup>2</sup><sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

ramon@geociencias.unam.mx

A partir de un catálogo sísmico previo, se ha añadido información correspondiente a los últimos años para generar un nuevo catálogo, el cual presenta información de los sismos en México, desde el año de 1899 hasta el 13 de julio del presente año. Además se presentan comparaciones con catálogos de diferentes fuentes.

El objetivo es generar un catálogo lo suficientemente amplio y homogéneo en magnitud, para tomarlo como base en estudios de potencial sísmico regional y en estudios avanzados de riesgo.

La información con la que se contaba abarcaba hasta el año 2007, y para la actualización se tomaron los datos desde el 2007 al 2011 de la página del Servicio Sismológico Nacional (SSN) y de RESNOR, y se efectuaron conversiones de magnitud por medio de la técnica de preservación de valor b y de tiempo acorde a GMT.

Para la presentación gráfica de los datos y su análisis, se emplearon rutinas del paquete ZMAP.

Se presentan mapas con la sismicidad en México, histogramas de las magnitudes, profundidades y tiempos, además de series de tiempo contra la profundidad y la magnitud, y se hacen comparaciones con otras fuentes como son CMT, ISC etc. para los eventos mayores.

SIS-39 CARTEL

### EL IMPACTO QUE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES HA PROVOCADO EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS SISMOLOGICOS, SU POSTERIOR PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO, EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN TEMPRANA DE LA RESPUESTA SISMICA DE EDIFICIOS INSTRUM

Sánchez Rodríguez Julia Del Carmen, Núñez

Leal María Alejandra y Reyes Zamora Alfonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jsanchez@cicese.mx

El uso de las Tecnologías de información y comunicaciones ha afectado a la sismología de una forma muy positiva.

Durante las últimas dos décadas los registros generados por redes sismográficas en formato digital, se transmitían a un laboratorio remoto de procesamiento y análisis; mediante el uso de la red telefónica y los módems instalados. A la ocurrencia de un sismo en forma manual se establecía la comunicación desde el laboratorio remoto al edificio instrumentado, para inicializar el protocolo de comunicaciones establecido; el cual consistía en

verificar si la red había detectado el sismo y el este se había registrado en el sistema de adquisición. Si esto era afirmativo, se procedía a transmitir los datos desde el acelerógrafo a la computadora local para comprimirlos y transmitirlos vía módem al laboratorio remoto. Los datos recibidos se descomprimen y se procede a su procesamiento, para obtener los acelerogramas y sus espectros de magnitud. Si el valor de la aceleración máxima en más de uno de los sitios de registro, se transmitía vía fax la información procesada, en un formato útil a la ingeniería del edificio

En la década de los 90's se inician grandes avances en las tecnologías de comunicaciones y conectividad vía internet; se tienen nuevos avances en las Tecnologías de la información. Por otra parte aparecen tecnologías muy creativas y prometedoras, que nos proporcionan herramientas de comunicación entre el sistema de registro acelerométrico y el laboratorio remoto, en una forma más rápida y confiable por el avance en las computadoras y las velocidades de comunicación vía internet, que facilitan el procesamiento remoto de los datos y su difusión a usuarios autorizados de la información.

Actualmente, en Telecomunicaciones se tiene el abaratamiento en la utilización de las redes, así como a nuevas posibilidades de transmisión proporcionada por las Redes Digitales de Banda Ancha que operan a gran velocidad. Además contamos con un elemento que ha marcado un parte aguas, en todos los ámbitos como lo es el INTERNET. Por lo que una red de transmisión de datos es un conjunto de elementos físicos y lógicos que permiten la interconexión de equipos y satisfacen todas las necesidades de comunicación de datos entre los mismos.

Aplicando esta definición y las herramientas de conectividad actuales se produce un cambio en el concepto de adquisición, transmisión y visualización de los datos sísmicos. Por un nuevo sistema de adquisición con mayor resolución de registro (24 bits), bajo el concepto cliente-servidor el sistema tiene las siguientes características: Almacenamiento en un disco Web y visualización continua; Recepción de datos en tiempo real en sitios remotos; acceso al disco Web por usuarios autorizados para su procesamiento; Sistema de disparo de registro por evento y almacenamiento del registro, en espera de ser analizado y procesado; Cuando la aceleración excede un valor de referencia, envía un correo electrónico a usuarios autorizados que incluye la imagen de los acelerogramas y sus espectros de magnitud. Los registros se pueden consultar en la página de la red.

SIS-40 CARTEL

#### INTEGRACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CORTICAL DE VELOCIDADES PARA EL MODELADO DE MOVIMIENTOS FUERTES EN LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO

Rocher Ana, Cruz-Atienza Víctor M., Hjørleifsdóttir Vala y Singh Shri Krishna  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
 annroch07@gmail.com

Utilizamos un método novedoso para la integración y evaluación de un modelo cortical de velocidades sísmicas en la parte central de México a partir de estudios previos. Para evaluar dicho modelo y determinar su frecuencia máxima de predicción este método se basa en la generación de sismogramas sintéticos y su comparación con sismogramas observados en dicha región. El modelo de fuente sísmica puntual que asumimos consiste en un método numérico en Diferencias Finitas (FD) en paralelo para la propagación de ondas visco-elásticas en medios 3D arbitrariamente heterogéneos (Olsen et al., GRL, 2010). Los sismogramas observados que empleamos para evaluar el modelo corresponden a datos registrados para sismos de subducción, tanto en el experimento MASE (Pérez-Campos et al., GRL, 2008) como en la red de estaciones del Servicio Sismológico Nacional (SSN). Usamos registros de sismos moderados cuya solución del Tensor de Momentos Sísmicos y localización se han determinado previamente (Singh et al., 2007; Pacheco y Singh, 2010). Por otro lado se cuantifica la calidad del modelo analizando las diferencias entre las componentes de los registros observados y sintetizados en función de la frecuencia. Este análisis se lleva a cabo empleando una función de transferencia expresada en dos términos, uno que permite analizar la amplitud y otro la fase de las señales comparadas, ambos en función de la frecuencia. Las funciones de transferencia son generadas usando una técnica de medición por "multi-taper". En esta formulación, el mejor modelo es el que predice las menores discrepancias en desfases y amplitud entre las señales sintéticas y observadas.

SIS-41 CARTEL

#### PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE REGISTROS SÍSMICOS EN TIEMPO SEMI-REAL, PARA LA RÁPIDA EVALUACIÓN DE POSIBLES DAÑOS EN UN EDIFICIO DEL GRUPO A INSTRUMENTADO, EN LA ZONA III DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Núñez Leal María Alejandra, Reyes Zamora Alfonso y Sánchez Rodríguez Julia Del Carmen  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
 anunez@cicese.mx

Se presenta el estado actual de un Sistema de Monitoreo y Procesamiento de registros sísmicos, de la Red Acelerométrica de un Edificio clasificado como del Grupo A instrumentado, que se localiza en la Zona III de la Ciudad de México. La Red esta integrada por 9 acelerómetros triaxiales instalados en tres de las cuatro columnas principales del edificio (sexto nivel, tercer nivel, planta baja) y tres instalados en una red vertical en el subsuelo: en superficie, a 20 y 40 metros de profundidad; El sistema de adquisición de datos tiene la capacidad para registrar con 24 bits de resolución, bajo una base común de tiempo (GPS) y en modo síncrono las 36 componentes de aceleración resultantes: 12 en la dirección del eje longitudinal, 12 en la dirección transversal y 12 en la dirección vertical, correspondientes a los tres ejes principales de rigidez de la estructura. El sistema esta interconectado a una PC, que almacena continuamente registros de vibración ambiental, y además envía datos vía internet al Panel de Monitoreo Sísmico del Edificio PCCI.

El Panel de Monitoreo Sísmico del Edificio PCCI, es un sistema que procesa los registros en línea y permite detectar "Eventos Sísmicos" al registrar acelerogramas con amplitudes máximas # 0.5 cm/seg<sup>2</sup>. Tras la declaración de un Evento Sísmico, se envía de manera automática un correo electrónico a los administradores de la Red, notificando que se excedieron los valores de umbral previamente establecidos correspondientes a: Eventos Moderado (0.5 gals), Medio (6 gals), o Intenso (20 gals), según sea el caso.

El administrador de la Red Acelerométrica puede acceder al Sistema de manera remota vía Internet, para generar un boletín Informativo, en el que se incluyen:

- Series de tiempo de las aceleraciones, velocidades y desplazamientos registrados durante el Evento
- Espectros de Amplitud de las aceleraciones, en términos de Frecuencia y Periodo
- Graficas de barras y tablas con las aceleraciones y desplazamientos máximos registrados
- Tabla con la diferencia en segundos entre los tiempos en que se registro la máxima aceleración y el tiempo de ocurrencia Epicentral reportada.

La documentación de las frecuencias y periodos dominantes del sistema estructural Suelo-Cimentación-Edificio antes, durante y posterior a la ocurrencia del Evento Sísmico, nos permitirá establecer su estado de "Salud Estructural", para fundamentar en su caso los estudios relacionados con el "Dictamen Ingenieril" de las condiciones post Evento.

SIS-42 CARTEL

#### MODELO SÍSMICO DE VELOCIDADES A PARTIR DE UNA PSEUDO-INVERSIÓN

Kleinfeld Avila Gloria Natalia, De la Cruz Pérez Fabian y Graniel Vázquez Jessica  
*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, IPN*  
 natalia\_kleinfeld@hotmail.com

Por medio de una simulación numérica se reconstruyó una imagen de velocidades implementando un metodo de pseudo-inversión; dicho método se aplica a un modelo sintético para poder estimar las características de la estructura interna de una zona de estudio (caso ideal) y de esta manera aproximar el modelo de velocidades para cuando se reconstruyan o consideren casos reales. Dicha simulación se realizó en lenguaje Fortran, y con ayuda de los programas Matemática y Matlab alternadamente, se generó el modelo de velocidades sintético.

La pseudo-inversión es un método para solucionar un sistema lineal (algebraico), el cual es un caso de estudio particular que describe parte de la teoría del método de la inversión sísmica generalizada. Dicho método es una generalización de una descomposición de eigenvalores para una matriz arbitraria (generalmente rectangular).

La región de investigación es discretizada en  $n$  por  $m$  celdas. Si tenemos  $m$  como los pares de fuentes-receptores, la relación entre el modelo y los datos en tiempo puede escribirse como:  $Ls=t$ . Donde  $L$  es una matriz de  $i$  renglones por  $j$  columnas, y cada renglon de  $L$  contiene elementos que representan la longitud del rayo en cada una de las celdas, mientras que  $s$  son los valores de lentitud. La matriz que contiene los valores de longitud que atraviesan las celdas de la rejilla, no es una matriz cuadrada, por tanto no puede tratarse como una inversión convencional. Es por eso que debe usarse la método de pseudo-inversión.

SIS-43 CARTEL

### USO DE LA TECNOLOGÍA PARA REPRODUCIR UN ANÁLOGO, EN BASE A UNA ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN DE EFECTOS REALES

Vargas Contreras Gerardo Alfredo, Libreros  
González Karen Fabiola y Berrones Solano Aldo  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
zildjian\_barker@hotmail.com

El presente trabajo tiene como objetivo hablar sobre la importancia de la aplicación de las nuevas tecnologías como herramientas para el uso de pruebas simples, como claro ejemplo son las nuevas generaciones de reproductores de música y/o celulares los cuales vienen dotados de una serie de aplicaciones y sensores, lo que les permite una mejor percepción de su entorno, un ejemplo es el acelerómetro, herramienta muy útil para mediciones, y experimentos sencillos, capaz de registrar datos que pueden manipularse con diferentes fines como son: la comparación de varios resultados obtenidos, así como la generación de graficas a partir de ellos e incluso procesarse con el fin de buscar algún dato en específico.

La manera a aplicarse será por un ensayo, a través de una maqueta, en la cual se colocarán en sus diferentes alturas 3 ipods, con acelerómetros y con ayuda de la aplicación Iseismometer, cargada en cada uno previamente, donde su función es registrar en pantalla por medio de una grafica el movimiento de los tres ejes (X,Y,Z), presentando la opción de guardar y/o compartir estos por medio de la web o a tiempo real por medio de Bluetooth, con el fin de recibirlos en un formato xls., el cual nos facilitará la carga de los datos en el programa MATLAB, en donde crearemos un algoritmo que manipulará dichos datos de la manera más conveniente, iniciando con el recorte de los mismos, con fin de que el registro de los datos sea lo más exacto posible, posteriormente determinar los parámetros del tiempo que se desean graficar y presentar los resultados divididos en graficas conjuntas de los tres resultados en cada eje (X,Y,Z).

Esto con el fin de poder apreciar a simple vista, por medio de las graficas encimadas de cada eje en los diferentes niveles, la reacción de dicha estructura ante las oscilaciones controladas a las que será sometida, e incluso comparar la cantidad de movimiento en sus diferentes ejes.

Para finalizar buscaremos los espectros de amplitud de Fourier, esto con el fin de llevar dicha comparación del movimiento de cada uno de los niveles de la maqueta de una forma visual a su correcta cuantificación basándonos en los mismos y además deducir por medio de estos cual fue el que oscilo mas, esto con ayuda de una representación ya sea en 2-D o 3-D y la amplificación en el dominio del tiempo.

Este trabajo, el cual inició como una tarea de clase, tiene como fin tratar de explicar de manera sencilla la medición de amplitudes, para comprender en base a una estructura, efectos reales, por medio de señales digitales, con ayuda de herramientas que hoy en día se encuentran disponibles y las cuales son muy accesibles, además de posteriormente complementar a futuro este trabajo, haciendo pruebas con diferentes tipos de materiales, e intentar diferentes procesos controlados, así como seguir trabajando en la aplicación de los algoritmos, con la finalidad de una mejor comprensión y mayor exactitud del producto final a entregar como conclusión.

SIS-44 CARTEL

### ESTIMACIÓN DE VELOCIDADES DE ONDA P EN ESPECÍMENES DE CONCRETO MEDIANTE LA DECONVOLUCIÓN DE ONDAS ULTRASÓNICAS

Ignacio Caballero Filiberto, Pech Pérez Andrés, Ramírez  
Arellanes Samuel y Morales Domínguez Valentín J.  
Centro Interdisciplinario de Investigación para el  
Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, IPN  
filiberto2002@hotmail.com

Nosotros hemos utilizado la deconvolución de ondas ultrasónicas registradas en especímenes edificados con concretos de diferentes propiedades (simulando un medio estratificado) para estimar velocidades de propagación de onda P e identificar la presencia de interfases. Las ondas ultrasónicas fueron emitidas mediante un "pulser" marca Olympus (modelo 5058PR). Estas ondas se transmitieron y se detectaron en los especímenes de concreto mediante transductores piezoeléctricos marca Panametrics de 50 kHz, y fueron registradas utilizando un osciloscopio marca Tektronix. Las ondas ultrasónicas fueron emitidas de forma perpendicular a las interfases. La detección de interfases, se efectuó mediante la identificación de ondas "pseudo" reflejadas en las trazas deconvolucionadas.

SIS-45 CARTEL

### DETECCIÓN DE VARIACIONES AZIMUTALES DE LA VELOCIDAD NMO Y DEL "MOVEOUT"; NO HIPERBÓLICO EN MODELOS FÍSICOS USANDO TIEMPOS DE TRÁNSITO ULTRASÓNICOS

Ramírez Arellanes Samuel, Pech Pérez Andrés y Ignacio Caballero Filiberto  
Centro Interdisciplinario de Investigación para el  
Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, IPN  
sraforever\_1881@hotmail.com

En este trabajo se ha estudiado la propagación de ondas ultrasónicas en modelos físicos construidos a partir de acrílico. Los modelos elaborados representan medios fracturados y heterogéneos, estos modelos fueron hechos a base de dos resinas y catalizador (PP30 y PP250). Las ondas fueron generadas mediante un "pulser" marca Olympus (modelo 5058PR), con el cual es posible propagar ondas en medios con alta atenuación. El pulso ultrasónico fue transmitido a los modelos estudiados mediante un transductor piezoeléctrico marca Panametrics de 50 kHz. Las ondas reflejadas, difractadas y superficiales, se detectaron usando otro transductor piezoeléctrico de 50 kHz (marca Panametrics). Las señales fueron registradas utilizando un osciloscopio marca Tektronix. Nosotros usamos la geometría de adquisición conocida como punto medio común (CMP, por sus siglas en inglés), y a partir de los tiempos de tránsito detectados con esta geometría, se estudiaron las variaciones azimutales de la velocidad de apilamiento (NMO, por sus siglas en inglés) y del "moveout" no hiperbólico. Los datos ultrasónicos adquiridos en modelos físicos son esenciales para validar los diferentes algoritmos numéricos utilizados para simular la propagación de ondas, y también son útiles para validar esquemas de inversión de datos.

SIS-46 CARTEL

### ANÁLISIS DE RUIDO SÍSMICO EN ALGUNOS SITIOS DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio, Ramírez Ramos Erik, Orozco León Luis y Gálvez Valdéz Oscar  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
vidalv@cicese.mx

Como parte de los trabajos de búsqueda de nuevos sitios para instalar estaciones de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), se llevó a cabo el registro de ruido sísmico en sitios seleccionados. Los sitios están comprendidos principalmente en la región granítica de las Sierras Peninsulares de Baja California (SPBC) y en el ambiente sedimentario del Valle de Mexicali (VM). La toma de registros de ruido se llevó a cabo con el uso de sismómetros de banda ancha (100 s a 50 Hz) y grabadoras digitales de 24 bits. El procesamiento se realizó de la siguiente manera: para cada sitio las series de tiempo, de una hora de duración, se dividieron en segmentos de 15 minutos y se corrigieron por efecto de instrumento. Cada segmento corregido se trasladó 50% y se calculó su densidad espectral de potencia. Con base en los resultados hasta ahora obtenidos, observamos que sitios ubicados en el VM presentan niveles de ruido alto, comparables al modelo de ruido alto (HNM, por sus siglas en inglés) propuesto por Peterson en 1993. Para sitios ubicados en las SPBC los niveles de ruido tienden a estar próximos al modelo de ruido bajo de Peterson (LNM, por sus siglas en inglés).