

Sesión Regular

Sismología

Organizadores:
Roberto Ortega
Carlos Mendoza

SIS-1

ANÁLISIS DEL CAMPO DE ONDAS EN LA ZONA DEL ANTIGUO LAGO DE TEXCOCO

Flores Estrella Hortencia C.¹ y Cárdenas Soto Martín²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

hflorese@gmail.com

El movimiento sísmico en la zona de lago, de la parte urbana de la Cuenca de México, está caracterizado por la amplificación del movimiento y por la presencia de trenes modulados de ondas que se presentan en la parte tardía de los registros. Estas características también se observan en el antiguo Lago de Texcoco, en la porción NE de la Cuenca de México; esta parte de la cuenca está conformada por arcillas lacustres y prácticamente no existe urbanización. En esta zona se localiza una red instrumental, denominada Texcoco (TXC), que está conformada por once acelerómetros triaxiales: seis en superficie que forman dos arreglos triangulares y cinco que forman un arreglo vertical; esta red registró el movimiento del terreno de 1997 hasta 2004.

En este estudio analizamos acelerogramas de siete eventos, con el objetivo de caracterizar la respuesta sísmica de la capa de suelo y el campo de ondas que cruza el arreglo TXC. En una primera etapa, mediante las técnicas de cocientes espectrales e interferometría sísmica, determinamos la respuesta de sitio (amplificación relativa, periodo fundamental, modelo de velocidad de ondas de corte y atenuación); posteriormente, exploramos cualitativamente los registros filtrados, en diferentes bandas de periodo, a fin de identificar los tres de ondas que se presentan en los registros. En una segunda etapa, realizamos análisis frecuencia número de onda (f-k) en un arreglo de tres estaciones, polarización de trenes de onda en registros de tres componentes y correlación entre formas de onda de los componentes del movimiento del arreglo vertical.

Los resultados obtenidos muestran que la respuesta de sitio en el arreglo TXC puede ser evaluada a partir de un modelo de dos capas, con velocidades de corte similares a las observadas en las arcillas de la zona de lago de la Ciudad de México; los valores de atenuación estimados son congruentes con aquellos determinados en pruebas de laboratorio. El análisis cualitativo de los registros muestra que: el campo de ondas está conformado por ondas superficiales, que aparecen de manera tardía en periodos alrededor de T_0 (2.9 s), con amplitudes similares a la correspondiente con la parte intensa del movimiento y que se observan como batidos modulados en la coda de la señal.

El análisis f-k muestra que en periodos mayores a $2T_0$ el campo de ondas proviene del epicentro; mientras que, para periodos entre T_0 y $2T_0$ es posible identificar direcciones de propagación diferentes a la epicentral. Por otro lado, la estimación de las velocidades de fase correspondientes está sesgada, posiblemente debido a la apertura del arreglo.

Finalmente, a partir de los análisis de polarización y de correlación de las formas de onda del arreglo vertical, pretendemos mostrar y analizar los posibles mecanismos de interacción de ondas que se producen durante la resonancia de la capa y la propagación lateral.

SIS-2

ANÁLISIS EN SERIES DE TIEMPO Y MÉTODO F-K A PARTIR DE ARREGLOS ACELEROMÉTRICOS PARA EL VALLE DE MÉXICO

Rodríguez Abreu Luis Edgar¹ y Cárdenas Soto Martín²

¹Servicio Sismológico Nacional

²Facultad de Ingeniería, UNAM

luise@ssn.ssn.unam.mx

Se analizan los registros de 67 estaciones acelerométricas situadas en el Valle de México para el evento del 24 de Octubre de 1993 ($M_s=6.7$), con epicentro 16.75 N y -98.72 W (límites entre Guerrero y Oaxaca) y con un azimut inverso de 177°. Se explora el campo de ondas que cruza el Valle de México mediante la conformación de 11 arreglos de estaciones acelerométricas. Una condición de cada arreglo consiste en que el periodo predominante del sitio (T_0) sea común entre las estaciones del arreglo. Con esta condición se busca deslindar el efecto de resonancia de la capa de arcilla en la evaluación de velocidades y direcciones de propagación en el movimiento observado en el Valle. El análisis se llevó a cabo en dos etapas. En la primera se analizaron los registros de aceleración filtrando éstos en diferentes bandas de periodo para identificar el tipo de onda predominante. En la segunda etapa se utilizó el método frecuencia-número de onda (f-k) convencional para cada arreglo estaciones a fin de determinar direcciones y velocidades de propagación.

Los resultados del análisis en tiempo, muestran que en los registros filtrados aparecen trenes de onda monocromáticos y modulados en estaciones localizadas en zona de lago. En estaciones situadas en periodo de entre 2 y 3 s, la coda de la señal es acompañada por estos trenes de amplitud similar a trenes de onda que se presentan en la etapa del movimiento fuerte. Esta observación parece indicar que estos paquetes de onda, son el resultado de la resonancia de la capa de suelo blando. Sin embargo, trenes de onda similar se observan en las estaciones localizadas en periodos de sitio mayores de 3 s y cuyos registros fueron filtrados entre 1 y 2 s. Los resultados del análisis f-k muestran que para periodos mayores a 5 s, prácticamente todos los arreglos indican que el campo de onda proviene del epicentro y que se trata del modo fundamental de ondas superficiales. Para periodos entre 2 y 5 s, se observan rotaciones hasta de 45° con respecto a la dirección epicentral que indican que el campo de onda proviene de la dirección SW. Las observaciones indican que el campo de onda incidente en el Valle de México está compuesto por ondas que llegan desde el epicentro, así como trenes de onda producto de multitrayecto que viajan con una velocidad promedio de 2.4 km/s en la componente vertical y 3.6 km/s en las horizontales. A fin de investigar la dependencia de la estructura del subsuelo de la cuenca de México del movimiento incidente, se calcularon cocientes espectrales (H/V) para estimar el efecto de sitio en algunas estaciones rotando las componentes horizontales cada 15°, de 0° a 90°. Los resultados de estos cocientes muestran que la respuesta del sitio en la zona de lago (de 2 a 4 s de periodo), puede contener efectos en dos dimensiones (2D) debido al campo de onda incidente producto de multitrayecto.

Palabras clave: arreglos acelerométricos, multitrayecto, análisis f-k, ondas superficiales.

SIS-3

MONITOREO DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SEDIMENTO DEL VALLE DE MEXICO MEDIANTE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA

Pech Pérez Andrés y Jiménez González Carlos Orlando

Instituto Politécnico Nacional

apech@ipn.mx

Diversos estudios han demostrado que por medio de la deconvolución de dos registros sísmicos correspondientes a dos estaciones diferentes y a un mismo sismo, es posible extraer la función de Green o la respuesta al impulso unitario, la cual caracteriza la propagación de ondas entre los receptores. También, mediante la deconvolución, es posible establecer si el medio por el que se propagan las ondas ha sido modificado.

En este trabajo, se utilizó la deconvolución de acelerogramas de pozo para estimar la respuesta sísmica del Valle de México. Para este propósito, se utilizaron dos estaciones sísmicas ubicadas en la zona del lago; los registros usados corresponden a las estaciones Roma C y Kennedy. De los registros deconvolucionados, se estimaron velocidades de propagación para ondas de corte (SH); se usaron cinco eventos registrados en el pozo Roma C, y once eventos detectados en el pozo Kennedy. En el pozo de la Unidad Kennedy, se obtuvieron velocidades efectivas de 44 y 167 m/s a 30 y 83 m de profundidad, respectivamente; mientras que en el pozo Roma, se calcularon velocidades efectivas de 60.5 m/s a 30 m de profundidad y de 253 m/s a 102 m de profundidad. Con estas velocidades, se estimaron módulos de cortante. A partir de los parámetros obtenidos y de los registros deconvolucionados, fue posible inferir que el sedimento de las zonas estudiadas ha sufrido cambios; estos pueden estar asociados a la compactación de los diversos materiales que componen el suelo donde se ubican las estaciones Kennedy y Roma.

SIS-4

DETERMINACION DEL PARAMETRO DE DECAIMIENTO ESPECTRAL K EN LA REGIÓN NORESTE DE SONORA

Fernández Heredia Avelina Idalmis, Castro Escamilla Raúl y Huerta López Carlos

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

idalmis@cicese.mx

Se presentan resultados de un estudio del parámetro de decaimiento espectral kappa (K), realizado en la región noroeste de Sonora. Usamos registros de la Red Sísmica del Noroeste de Sonora (RESNES) de sismos locales de la región cercana a la falla Pitaycachi, la cual dio origen al terremoto de 1887 de magnitud $M_w = 7.5$.

El objetivo de este trabajo es estudiar la atenuación cercana a la superficie de los diferentes sitios de registro. El parámetro de decaimiento espectral Kappa (K), se puede descomponer en la atenuación cercana al sitio y la atenuación promedio fuente-estación, por lo que permite evaluar de manera explícita la reducción de las amplitudes cercanas a la superficie, debidas a variaciones en las condiciones geológicas bajo cada estación de registro.

Con los resultados obtenidos se determinaron curvas empíricas que describen el comportamiento del parámetro de

atenuación kappa ($K(r,z)$) con la distancia. Estas curvas permiten obtener estimaciones del valor de kappa cerca de la superficie (K_0) para cada estación analizada y para grupos de estaciones con características litológicas semejantes.

Estos resultados complementan estudios previos de atenuación realizados en la región y sirven de base para estudios posteriores. También podrán ser utilizados para realizar estimaciones más precisas del efecto de sitio, así como para aplicaciones prácticas que van desde estudios de riesgo sísmico, y efecto de amplificación local, entre otros.

Agradecimientos: La instalación y operación de red RESNES ha sido posible gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos G33102-T y 59216. También agradecemos la participación de Luis Inzunza, Antonio Mendoza y Arturo Pérez Vertti.

SIS-5

DIFERENCIAS EN LA ATENUACIÓN DEL MOVIMIENTO SÍSMICO DEL SUELO PERPENDICULAR A LA ZONA DE SUBDUCCIÓN ENTRE COLIMA Y GUERRERO. UNA EXPLICACIÓN BASADA EN MODELADO NUMÉRICO

Cruz Jiménez Hugo y Chávez García Francisco

Instituto de Ingeniería, UNAM

hcj@pumas.iingen.unam.mx

En un trabajo reciente (Tejeda-Jácome and Chávez-García, 2007) se mostró que existen diferencias significativas en la atenuación del movimiento sísmico del suelo perpendicular a la costa del Pacífico entre Guerrero y Colima. Para distancias mayores a 100 km de la zona de subducción, el modelo construido usando datos de Guerrero subestima las intensidades sísmicas que se calculan para Colima usando datos locales. En este trabajo consideramos dos posibles explicaciones para esa diferencia. La primera es la distinta geometría de la subducción entre Colima y Guerrero, lo que resulta en una estructura cortical distinta entre ambas regiones. La segunda es la estructura somera debido a la presencia del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), oblicuo a la trinchera Meso-Americana. Usamos modelado numérico 2D para ondas P-SV para investigar cual de los dos factores puede explicar las diferencias observadas en la atenuación. Nuestros resultados muestran que es la presencia del CVTM, más cerca a la costa en Colima, el que explica mejor las diferencias.

SIS-6

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL ÁREA CENTRO SUR DE LA ZONA CONURBADA XALAPA (ZCX)

Torres Morales Gilbert F.¹, Alducin Rivas Miriam¹, Rodríguez Elizarrarás Sergio², Mora González Ignacio¹, Dávalos Sotelo Raymundo³, Hernández Hernández Javier¹ y Miranda Tobías Julio¹¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV²Instituto de Geología, UNAM³Instituto de Ecología, A.C.

gitorres@uv.mx

La naturaleza y la distribución de los daños que se pueden producir en las infraestructuras con la ocurrencia de un sismo,

está influenciada por la respuesta del terreno frente a las ondas sísmicas, como consecuencia de lo cual se produce una modificación de la señal sísmica. La modificación de esta señal sísmica debida a la influencia de las condiciones geológicas y geotécnicas se conoce como efecto de sitio y consiste en la amplificación de dicha señal en varios órdenes de intensidad. El estudio de la respuesta sísmica del suelo es un campo de interés en el análisis de riesgo sísmico y en el diseño de estructuras.

En este trabajo se presentan resultados preliminares obtenidos en un proyecto desarrollado en el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV), financiado por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz, denominado "Microzonificación de Peligros Geológicos para la Zona Conurbada Xalapa (ZCX)". Estos resultados consisten en la integración de información para el área centro-sur de la ZCX en un sistema de información geográfica (SIG), obteniendo mapas con las principales características del área centro-sur de la ZCX.

Además, se realizaron más de 200 puntos de registros de vibración ambiental en toda la ZCX, tomando mayor densidad de puntos en el área centro-sur, con lo que se considera que las características dinámicas y de efecto de sitio de esta área se tienen definidas. Simultáneamente, se realizó la instalación de dos estaciones de monitoreo sísmico permanente, donde se utilizaron sismómetros de banda ancha marca guralp modelo CMG-6TD, registrando en continuo las 24 horas, posteriormente se logró tener hasta ocho estaciones de monitoreo sísmico permanente gracias a otros equipos adquiridos por el CCTUV para otros proyectos, instalando estas estaciones principalmente en el área centro-sur de la ZCX, con lo que se pudo corroborar los resultados obtenidos mediante vibración ambiental.

Con los resultados obtenidos del análisis espectral de los registros sísmicos y de vibración ambiental se alimentó el SIG y se logró obtener mapas de interpolación de estos puntos, obteniendo mapas de isofrecuencias, isoperíodo además de un mapa de amplificación dinámica respecto a terreno firme en la zona en estudio. Estos resultados se comparan con los mapas geológico-geotécnicos obtenidos en la ZCX observando correlación entre ambos resultados.

SIS-7

ANÁLISIS DE REGISTROS SÍSMICOS EN UNA RED VERTICAL EN AEGION, GRECIA, PARA ESTUDIAR EFECTOS DE SITIO

Ktenidou Olga Joan¹, Chávez García Francisco¹ y Pitilakis Kyriazis²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Universidad Aristóteles de Tesalónica, Grecia

ktenidou@civil.auth.gr

Se analizaron datos sísmicos registrados en un sitio en Grecia, al sur del golfo de Corinto, en la ciudad de Aegion. Se usaron datos de la red CORSSA (COrinth Soft Soil Array) de 5 acelerógrafos -1 en superficie y 4 a profundidades de 14m, 31m, 57m, y 178m. Esta red se localiza en una región geológicamente compleja, con varios estratos de suelos blandos irregulares sobre una base de roca a 160m de profundidad. La frecuencia fundamental en este sitio es de 1.0 Hz, evaluada mediante cocientes espectrales.

Se escogieron 4 eventos bien registrados en todas las estaciones de la red, con características (contenido de frecuencia, duración, distancia) diferentes. Para cada evento, se correlacionaron los registros de cada estación del arreglo

vertical con la estación superficial (0m), con la estación en la roca (178m), y con las estaciones vecinas. La correlación se hizo para todos los registros, divididos en ventanas de 10 seg, en función de la frecuencia y el tiempo a lo largo del registro. La dependencia con la frecuencia se obtuvo mediante el filtrado pasa banda de los registros. El análisis permitió determinar que la propagación vertical de ondas S domina los primeros segundos de la señales. Para tiempos posteriores, los retrasos medidos permiten mostrar que los registros están dominados por ondas superficiales. Alrededor de la frecuencia fundamental del perfil, se observan retrasos muy pequeños, lo que indica que la resonancia en el sitio está gobernada por la presencia de ondas superficiales, las cuales no aparecen en los registros de la estación en roca. Esto demuestra que se trata de ondas superficiales generadas localmente por las heterogeneidades laterales.

SIS-8

RESPUESTA SÍSMICA DE SITIO EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ OBTENIDA A PARTIR DE REGISTROS DE MICROTREMORES

Montalvo Arrieta Juan Carlos¹, Gómez González Juan Martín², Ramírez Suárez Jesús Ángel¹, Luque Vergara Nestor² y Barboza Gudiño Rafael³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto de Geología, UASLP

montalvo@fct.uanl.mx

Se presentan resultados de la determinación de amplificaciones relativas y frecuencias dominantes en la zona centro de la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., obtenidas a partir del registro de microtremores con base en el cálculo de cocientes espectrales H/V. El valle de San Luis Potosí, se encuentra ubicado en la provincia de la Mesa Central. La ciudad se encuentra enclavada en una cuenca rodeada por sierras y lomeríos, constituidos por rocas volcánicas del Terciario Medio, al oeste, suroeste y norte y rocas sedimentarias marinas al este. El valle se caracteriza por una extensa planicie constituida por intercalaciones de depósitos volcánicos, material aluvial y lacustre. La información geológica obtenida a partir de datos de pozos permite identificar dos depresiones tectónicas conocidas como la zona de Peñasco y San Luis. El relleno sedimentario varían en ambas y alcanza profundidades máximas de hasta 350 m en la zona de Peñasco y de 500 a 570 m en la depresión de San Luis. Estas depresiones se encuentran separadas por un alto estructural de la Latita Portezuelo. Las mediciones de microtremores se llevaron a cabo en dos campañas de medición durante diciembre de 2007 y junio de 2008. En cada sitio de medición se tomaron dos ventanas de registro de 30 y 20 minutos, respectivamente. Para el análisis de los datos, se obtuvieron 20 ventanas de ruido sísmico con una longitud de 60 s. A partir del promedio de estas ventanas se calcularon los cocientes espectrales H/V, mismos que fueron filtradas entre 0.1 y 20 Hz y suavizadas con un taper cosenoidal. Los cocientes espectrales muestran variaciones en las amplitudes máximas relativas en el rango de 0.2 a 1.0 Hz. Estas variaciones se correlacionan bien con los espesores observados de los rellenos aluviales localizados en el valle de San Luis Potosí.

SIS-9

ESTUDIO DE EFECTOS DE SITIO DEL VALLE ALUVIAL WAINUIOMATA, NUEVA ZELANDA, USANDO UN ARREGLO DE ESTACIONES

Ávila Dorador Lizbeth¹, Stephenson William R.² y Chávez García Francisco¹

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Institute of Geological and Nuclear Sciences, Ltd.

bethdorador@hotmail.com

A finales del año 2000, se instaló una red sísmica temporal en el valle de Wainuiomata, Nueva Zelanda. El objetivo del experimento era proporcionar una base experimental para investigar la relación entre las características geométricas y mecánicas de la cuenca y la amplificación del movimiento del terreno. Esta información servirá de guía para explorar otras cuencas con características físicas y geológicas similares: sedimentos lacustres, contraste de impedancia grande y que presenten amplificación al paso de ondas sísmicas generadas por un sismo. La red estaba constituida por 16 sismógrafos de velocidad (13 en suelo y 3 en roca). La distancia entre estaciones fue en promedio 100 m y el intervalo de muestreo fue de 0.01 s. El basamento es de arenisca (grauwaca alterada). El sitio presentaba evidencia de movimiento monocromático de larga duración, clave en el fenómeno de la amplificación. Las magnitudes locales de los sismos van desde 3.1 hasta 5. El objetivo de nuestro trabajo es estudiar el fenómeno de propagación de las ondas en las cuencas aluviales, analizando registros de temblores.

Evaluamos la amplificación del suelo usando cocientes espectrales (SSR y HVSR). Calculamos los cocientes espectrales para determinar las frecuencias predominantes y la amplificación del movimiento del terreno. Encontramos dos picos en 0.8 y 1.1 Hz (en algunas estaciones aparece un pico después de 4.5 Hz). La amplificación en el terreno es de más de 8 y en algunos casos hasta de 10 en las frecuencias de 0.8 y 1.1 Hz. Determinamos las frecuencias predominantes y la amplificación del movimiento del terreno con métodos empíricos de la estación de referencia (SSR) y cocientes espectrales usando los componentes horizontales sobre el vertical (HVSR). Identificamos dos picos sobresalientes en 0.8 y 1.1 Hz (en algunas estaciones aparece un pico después de 4.5 Hz).

Mediante los espectros f-k, calculamos velocidades de fase y direcciones de propagación para identificar trenes de onda superficiales coherentes espacialmente dentro del valle. Se observaron ondas Rayleigh y Love en todos los registros que se propagan hacia el sur del valle. Las velocidades de fase están entre 1600 y 400 m/s para la banda de frecuencias de 0.5-5.0 Hz y son independientes de la distancia entre la fuente y el arreglo.

La excitación en sitios resonantes constituidos por material blando debida a las ondas superficiales que arriban, proporciona un mecanismo para explicar la duración prolongada del movimiento, y el daño extremo a menudo asociado con la respuesta de dichos suelos con sismos lejanos. En los eventos con distancia epicentral mayor se generó un mayor número de ondas superficiales con amplitudes mayores a los eventos locales. El rango de frecuencias donde se presenta la propagación de dichas ondas coincide con la frecuencia de resonancia del sitio (alrededor de 1 Hz). Los efectos 2D y 3D generados tanto por las heterogeneidades laterales como por la geometría del valle, no pueden separarse por completo

de los efectos 1D. En Wainuiomata los efectos de sitio son determinantes en las características del movimiento del terreno.

SIS-10

VEOX: A GLIMPSE TO THE SEISMIC STRUCTURE ALONG THE ISTHMUS OF TEHUANTEPEC

Pérez Campos Xyoli¹, Melgar Moctezuma Diego², Kim YoungHee³, Clayton Robert³ y Iglesias Arturo¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Seismological Laboratory, California Institute of Technology

xyoli@geofisica.unam.mx

In 2004, the MesoAmerican Subduction Experiment (MASE) began with a transect of 100 broadband stations from Acapulco at the Pacific coast to Tempoal, close to the Gulf of Mexico, crossing by Mexico City. The results of this line show the horizontal subduction of the Cocos plate under the North American plate for 250 km, followed abruptly by a dive into the mantle to a depth of 450 km. In 2007, we began the second stage of the MASE project, called the VEOX line, in which we installed 46 broadband stations along the Isthmus of Tehuantepec, from Montepío, Veracruz, at the Gulf of Mexico, to San Mateo del Mar, Oaxaca, at the Pacific coast. We present preliminary results from receiver functions of teleseismic data that show a sharp Moho that is shallower towards the coasts (~30 km) and deeper at the center (~45km). As expected, the Cocos plate plunges into the mantle with a constant dip; however, the oceanic crust discontinuities do not exhibit a strong signal in the receiver functions. Further results will help to delineate the geometry of the Cocos plate along the new line and will allow the comparison of the subduction process in a different geometry.

SIS-11

ANISOTROPIA DE LA ONDA SKS EN EL MANTO SUPERIOR DEBAJO DEL ARREGLO VEOX

Bernal Díaz Alberto¹, Valenzuela Wong Raúl², Pérez Campos Xyoli², Iglesias Arturo² y Clayton Robert³

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Seismological Laboratory, California Institute of Technology

raul@ollin.igeofcu.unam.mx

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 (para valores plausibles) en incrementos de 0.05 seg. y se calculan la autocorrelación y la correlación cruzada de las

dos componentes. Se calculan los valores característicos que corresponden a cada combinación de d_t y f_i . 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 d_t y f_i y se rotan para comprobar que los parámetros calculados 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 Veracruz-Oaxaca (VEOX) el cual se compone de 46 estaciones que recorren el Istmo de Tehuantepec de norte a sur. Este arreglo entró en operación a mediados de 2007 y seguirá funcionando hasta mediados de 2009. Se presentan resultados preliminares de anisotropía empleando los datos del sismo ($M_w = 7.8$) del 9 de diciembre de 2007 al sur de las Islas Fiji.

SIS-12

LA ESTRUCTURA SOMERA DE LA VELOCIDAD DE CORTANTE EN DOS SITIOS DE LA CIUDAD DE OAXACA.

Rodríguez González Miguel y Cuenca Sánchez Julio

Instituto de Ingeniería, UNAM

mrod@pumas.iingen.unam.mx

Se presentan resultados del estudio de la dispersión de ondas superficiales contenidas en registros obtenidos con arreglos lineales de sismógrafos en dos sitios de la ciudad de Oaxaca. Utilizamos los registros obtenidos en el procedimiento típico de refracción sísmica y también registro de ruido sísmico, ambos se levantaron con tendidos lineales de aproximadamente 120 metros de extensión, utilizando geófonos verticales de 4.5 Hz. Para el levantamiento de ruido grabamos en 15 ocasiones subsecuentes, 60 segundos el campo de vibración ambiental. También registramos longitudes de onda mayores mediante dos sismógrafos de banda ancha con distancia entre estaciones de 50, 150 y 300 metros. La curva de dispersión de velocidad de fase entre 1 a 15 Hertzios fue construida con la aportación de los tres tipos de mediciones, pues son complementarias en términos del ancho de banda. El modelo 1D estimado de las velocidades sísmicas para los sitios El Tequio y CU explica razonablemente nuestros datos sísmológicas, consiste de una capa con un espesor de aproximadamente 39 metros, y una velocidad $V_{S30} = 230$ m/s. Esta capa presenta un fuerte contraste con la capa subyacente, debido a que la impedancia acústica medida es aproximadamente cinco veces, y asimismo presenta saturación parcial de agua para profundidades mayores a cinco ó seis metros.

SIS-13

RIESGO SISMICO EN UN EDIFICIO INSTRUMENTADO MEDIANTE ACELEROGRAFOS

Jiménez Barroso Janet, Morales Ramírez Gonzalo, Posada Sánchez Ana Elena y González Pomposo Guillermo Jorge

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

janet_jbmx@yahoo.com.mx

El riesgo sísmico depende de la probable ocurrencia de un sismo en una zona determinada, así como de la capacidad de resistencia de las edificaciones a dicho movimiento. Por ello la instrumentación sísmica adquiere gran importancia, ya que mediante ella se efectúan estudios de las respuestas en las estructuras ante la presencia de un sismo. Los resultados de estos estudios proporcionan información sobre los posibles daños estructurales en las edificaciones. Debido a su intenso crecimiento de población y desarrollo urbano en la ciudad de Puebla se ha hecho necesario conocer el comportamiento de los edificios ante la ocurrencia de un sismo, ya que en ellos se concentra la mayoría de la infraestructura, servicios y habitantes. Los daños más relevantes durante el sismo del 15 de junio de 1999 se concentraron principalmente en vivienda, hospitales, escuelas y monumentos históricos, surgiendo el interés en realizar estudios de riesgo sísmico para la rehabilitación y reforzamiento de las estructuras que resultaron dañadas. Destaca la demolición del edificio de la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), cuya rehabilitación representaba gastos superiores a lo que se ha invertido en la construcción de uno nuevo, que responde a los coeficientes del nuevo Código Reglamentario del Municipio de Puebla. Siendo la vivienda uno de los más grandes patrimonios de la población es importante conocer las consecuencias que podrían tener los movimientos sísmicos sobre una estructura, así como los daños que podrían causar a su alrededor en caso de un colapso o daño estructural. Buscando una amplia concentración de habitantes, el personal de la BUAP está realizando un estudio en un condominio multifamiliar de 6 plantas ubicado en la 7 norte y 42 poniente de la ciudad, de tal manera que se ha colocado un equipo DCA-333 en la azotea y un equipo GSR-16 en la planta baja para determinar su modo natural de vibración. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos hasta el momento del análisis de su comportamiento ante ruido ambiental.

SIS-14

INCERTIDUMBRE PREDICTIVA Y PROBABILIDAD SÍNTESIS PARA PRONÓSTICOS SÍSMICOS

Nava Pichardo F. Alejandro

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

fnav@cicese.mx

No hay actualmente consenso sobre la manera de utilizar la aparición de fenómenos precursores a la aparición de grandes sismos para pronosticar éstos. La mayor parte de los pronósticos basados en la aparición de precursores utilizan técnicas bayesianas; pero es debatible la aplicabilidad de estas técnicas, dado que los precursores no forman una base.

Se propone un método para combinar la información que aporta la ocurrencia de precursores, con base en el concepto de incertidumbre predictiva (qué tan lejos se está de la certeza de

ocurrencia de un sismo en una ventana de tiempo dada), tomando en cuenta factores como la confiabilidad de los precursores.

SIS-15

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICIOS Y DEPÓSITOS DE SUELO EN EL VALLE DE MÉXICO MEDIANTE EL USO DE LA TÉCNICA DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA

Cárdenas Soto Martín

Universidad Nacional Autónoma de México

martinc@servidor.unam.mx

En este trabajo exploramos una técnica conocida como interferometría sísmica. La técnica esta basada en la correlación de ondas registradas en diferentes receptores. Cuando la excitación de las ondas es eventualmente distribuida en el espacio, o entre los modos normales del sistema, esta correlación puede mostrar que existe una función de Green que toma en cuenta la propagación de ondas entre los receptores. La relevancia de esta técnica radica en el estudio de las ondas que se propagan entre los puntos de registro, sin la necesidad de contar con una fuente en una de las localizaciones de los receptores, y sin importar que las ondas registradas sean excitadas por fuentes coherentes o incoherentes.

Con el objeto de investigar la aplicabilidad de esta técnica para determinar la velocidad de corte y atenuación de la propagación del movimiento sísmico en estructuras tales como edificios o depósitos de suelo, analizamos datos de movimientos fuertes registrados en edificios instrumentados y arreglos verticales de estaciones localizados en suelos firmes y blandos del valle de México. El procedimiento de análisis consistió en llevar a cabo una deconvolución del movimiento registrado en la parte superior de la estructura (edificio o depósito de suelo) con aquel registrado en diferentes localizaciones (pisos para el caso de edificios y profundidades para el caso del subsuelo). Los resultados obtenidos muestran que es factible utilizar esta técnica a fin de obtener la respuesta sísmica de estructuras instrumentadas.

SIS-16

SISMICIDAD Y ESFUERZOS EN EL SUR DEL BLOQUE DE JALISCO

Sánchez John y Núñez Cornú Francisco J.

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

jjsanchez@pv.udg.mx

Los mecanismos focales para un grupo de 41 sismos, con magnitudes Mw entre 4.9 y 8.0, detectados durante 1980 y 2007 y extraídos del catálogo CMT, fueron utilizados para investigar variaciones espacio-temporales de esfuerzos en la parte sur del Bloque de Jalisco (BJ). Usando pruebas estadísticas rigurosas se decide acerca de la calidad y variabilidad de los mecanismos y con el uso de inversión por tensor de esfuerzos y análisis de ajuste acumulado se encuentran diferencias significativas en espacio y en tiempo en regímenes de esfuerzo, con un nivel de confianza de 95% o más. Se concluye que la región localizada cerca a las coordenadas 105°W y 18.43°N aparece como una zona particularmente difusa afectada por varios estilos de esfuerzo y que el período a continuación del sismo de Mw 8.0 en Octubre 9 de 1995, se detecta como un cambio en esfuerzos con duración

relativamente corta inducido por este sismo mayor. Una diferencia importante en sismicidad y esfuerzos entre las regiones sur y norte del BJ es marcada por la ocurrencia regular de temblores al sur en contraste con la escasez de temblores de Mw > 4.9 al norte de 19.36°N, una región en la cual la microsismicidad es evidente cuando se despliegan redes locales temporales de sismógrafos, como se ha notado en estudios previos.

SIS-17

ESTIMACIONES DE PELIGRO SÍSMICO EN SISTEMAS SISMOGÉNICOS USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES: UNA APLICACIÓN AL ÁREA DE JAPÓN

Herrera Oliva Claudia Soledad¹ y Nava Pichardo F. Alejandro²¹Universidad Autónoma de Baja California²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

cherrera@uabc.mx

Un estudio previo introdujo nuevos métodos para obtener estimaciones de peligro sísmico en un área geográfica que consta de varias regiones sismogénicas (un sistema), expresando la probabilidad de ocurrencia de estados, i.e. patrones de presencia o ausencia de sismicidad, con magnitud mayor o igual a una magnitud umbral, en cada una de las regiones, como una cadena de Markov. Fueron desarrollados dos métodos basados en el conteo de transiciones entre estados. El método directo obtiene probabilidades de transición entre estados, ambos con eventos con magnitudes , donde es cierta magnitud umbral. El método cruzado evalúa probabilidades de transición, de estados con a estados con , donde . La aplicación de ambos métodos al área de Japón dio resultados muy satisfactorios, con mejores resultados para el método cruzado. El desempeño de los métodos es medido usando funciones calificadoras que balancean características positivas contra características negativas de los resultados de cada método, a manera de asignar una calificación normalizada que permite comparar diferentes modelos y métodos.

En este trabajo proponemos otros métodos que usan la capacidad de aprendizaje de una red neuronal elemental (perceptron) para modelar el comportamiento Markoviano del sistema. Los métodos neuronales (directo y cruzado) tienen desempeños ~50% mejores que los métodos de conteo.

SIS-18

SISMICIDAD EN LA SIERRA GORDA, QUERÉTARO-SAN LUIS POTOSÍ, UNA ZONA INTRAPLACAS SÍSMICAMENTE IMPORTANTE

Gómez González Juan Martín¹, Luque Vergara Nestor¹, Figueroa Soto Angel¹ y Barboza Gudiño Rafael²¹Centro de Geociencias, UNAM²Instituto de Geología, UASLP

gomez@dragon.geociencias.unam.mx

Reportamos una de las "secuencias sísmicas" intraplacas más largas ocurridas en México ocurrida al NE de Querétaro, en la Sierra Gorda, la cual forma parte de la cordillera de la Sierra Madre Oriental, una de las principales provincias fisiográficas de México. Esta gran zona abarca parte de los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro.

La actividad inició en la primera semana de noviembre de 2007 y hasta junio de 2008 no había cesado. Una pequeña red de sismógrafos digitales de periodo corto revela una importante expansión espacio-temporal de sismicidad somera, inferior a 10 km. La actividad aparentemente se detonó en la población de Landa de Matamoros, Querétaro, con una migración bilateral NS, para concentrarse posteriormente en el límite norte del estado, hacia San Luis Potosí. Su extensión alcanza una longitud aproximada de 100 km. Son pocas las fallas geológicas cartografiadas y reportadas en la zona. De entre las estructuras mayores reportadas en las cartas geológicas del INEGI (escala 1:1'000,000) se observa una falla que pasa debajo de Landa. Las diferencias de tiempo de S-P en las señales sugieren que la fuente sismogénica se encuentra cerca de esta estructura. Sin embargo, no se observa ninguna traza en superficie que indique movimiento de falla reciente. La estratigrafía de la zona esta compuesta grosso modo por unidades que comprenden un basamento cristalino precámbrico-paleozoico, sobre las cuales descansan secuencias de rocas calizas y lutitas del Mesozoico. En varias partes las subyacen 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. La sismicidad ocurrida puede ser un indicador de una reactivación en serie de pequeñas fallas, con una migración desde los límites Querétaro-Hidalgo hasta el sur de San Luis Potosí.

SIS-19

HISTORIA SÍSMICA Y CATÁLOGO SÍSMICO PARA EL ESTADO DE VERACRUZ Y ESTACIONES DE MONITOREO SÍSMICO PERMANENTE EN LA ZONA CONURBADA XALAPA (ZCX)

Torres Morales Gilbert F.¹, Rodríguez Elizarrarás Sergio², Mora González Ignacio¹, Dávalos Sotelo Raymundo³, Hernández Hernández Javier¹, Alducin Rivas Miriam¹ y Miranda Tobias julio¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Ecología, A.C.

gitorres@uv.mx

Las Ciudades del Estado de Veracruz han experimentado los efectos destructivos de los sismos a lo largo de la historia. La primera noticia de un sismo local importante fue en las inmediaciones de Xalapa y data de 1546. Los reportes históricos de este evento indican la destrucción total del convento de San Francisco, fundado en 1534. Reportes posteriores indican que la ciudad fue afectada por otros temblores de magnitud importante en 1691 y en 1874, en 1691 se reportaron numerosos sismos de baja magnitud que causaron daños moderados en la ciudad. El 13 de noviembre de 1874 un sismo afectó una amplia región del país localizándose los daños más importantes en Xalapa donde de nuevo el templo de San Francisco sufrió daños. En la Ciudad y Puerto de Veracruz se han experimentado también los efectos destructivos de los sismos a lo largo de la historia. Los primeros datos históricos de un sismo son de Antonio de Ulloa, quien en una carta informa al virrey Antonio María Bucarelli la ocurrencia de un violento terremoto en 1777.

Otras ciudades del Estado de Veracruz han sido afectadas por los efectos destructivos de los sismos a los largo de su historia, cabe señalar que el sismo de Xalapa del 3 de enero de 1920 ocupa el segundo lugar a nivel nacional en número de víctimas con 650; de éstas, 419 murieron por avalanchas de lodo

provocadas por el deslave de material en barrancas. El tercer lugar corresponde al sismo de Orizaba del 28 de agosto de 1973 con 539 muertes.

Se realizó una investigación de los sismos históricos más importantes, además, de una investigación de los efectos de los sismos recientes en el Archivo General del Estado de Veracruz y en la Unidad de servicios Bibliotecarios e Informáticos de la Universidad Veracruzana (USBIUV). También se tuvo la colaboración de la Secretaria de Protección Civil del Estado de Veracruz facilitándonos los reportes de alerta por sismo de los municipios en el estado. Con la información recopilada se creó un catálogo actualizado de los sismos más importantes que han afectado al Estado de Veracruz, el catálogo se divide en dos, uno que incluye los sismos históricos y otro sólo los sismos instrumentales, de este último catálogo se alimentó un sistema de información geográfica (SIG) donde se obtuvieron mapas de ubicación de los epicentros con una escala grafica de su magnitud.

Actualmente existe una red de monitoreo sísmico en la Zona Conurbada Xalapa de dos estaciones, con sismómetros de banda ancha marca Guralp CMG-6TD, adicionalmente se ha logrado tener hasta ocho estaciones de monitoreo sísmico permanente gracias a nuevos equipos adquiridos por el CCTUV para otros proyectos. Además, se ha trabajado preliminarmente con los sismos registrados en las estaciones de monitoreo sísmico, lo que nos ha permitido poder integrar estos eventos sísmicos al catálogo de sismos instrumentales, además de poder mapear sus epicentros en el SIG y hacer un primer análisis de cuales eventos sísmicos y de que magnitud son los que afectan mayormente a la ZCX.

SIS-20

ANÁLISIS DE TIEMPO INTEREVENTO EN SECUENCIAS DE RÉPLICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTADOS DE RELAJACIÓN DEL ESFUERZO

Figuroa Soto Angel y Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón

Centro de Geociencias, UNAM

angfsoto@geociencias.unam.mx

Empíricamente se observa que los sismos son seguidos típicamente por réplicas, las cuales son difíciles de extraer de un catálogo por su variabilidad espacio temporal y la dificultad de diferenciarlas de la sismicidad de fondo. A pesar de la variabilidad estadística de las secuencias de réplicas, se observa que su comportamiento satisface las relaciones estadísticas clásicas como la ley de Gutenberg-Richter (GR) y la ley de Omori- Utsu. El proceso físico de dicho mecanismo se ha relacionado a un modelo en el que el sismo principal incrementa el estado de esfuerzos local dando como resultado la secuencia de réplicas asociada. Sin embargo, queda todavía por determinar si las réplicas son eventos que ocurrirían dado algún tiempo, aún sin el mecanismo disparador del sismo principal.

Dentro de análisis de secuencias de réplicas no se ha determinado formalmente cuando ha cesado el proceso de réplicas, que equivale a decir, el momento en que el proceso de réplicas ha llegado a su nivel de sismicidad umbral o sismicidad de fondo. También, se ha observado que las réplicas pueden seguir ocurriendo años después de un sismo de magnitud mayor a 7.0.

Para avanzar en el conocimiento del mecanismo de las réplicas, se propone un modelo para cuantificar el tiempo interevento en secuencias de réplicas y a partir de este, se deducen matemáticamente tendencias autosimilares en

el ámbito espacio-temporal de dichas secuencias. Usando una aproximación a la estadística de "Rango Escalado" que permite obtener una estimación del exponente de Hurst se encuentran diferentes regímenes que se correlacionan con posibles diferentes estados de relajación del proceso. El modelo se compara con secuencias de réplicas para eventos en Guerrero, Baja California, Colombia, Nueva Zelanda y Alaska. Se pretende además determinar el cese en el proceso de réplicas y el inicio o incorporación del sistema al proceso de sismicidad de fondo.

SIS-21

SISMICIDAD Y CAMPO DE ESFUERZOS EN LA CUENCA DE MÉXICO

Huesca Pérez Eduardo¹, Quintanar Robles Luis¹,
García Palomo Armando² y Ortega Ruiz Roberto³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz

ehuesca@gmail.com

La cuenca de México, se encuentra en el interior del llamado Eje Neovolcánico. La región en lo general y la cuenca en particular, se caracteriza por tener sismicidad de baja magnitud ($M_c < 4.0$) que puede representar un riesgo para la ciudad de México debido a la cercanía de los epicentros a ésta. Se pueden distinguir tres áreas principales de actividad local: 1) los alrededores y el antiguo lecho del lago de Texcoco, 2) Chalco y 3) Juchitepec - Milpa Alta; el resto de la cuenca presenta menor actividad. Registramos y localizamos 336 sismos con sismogramas digitales entre 1996 - 2007. De todos ellos, solamente 22 mecanismos focales se pudieron evaluar debido a la baja magnitud que crea problemas de registro en las redes sismológicas y al ruido de fondo de alta frecuencia. Encontramos que los mecanismos focales muestran fracturamiento principalmente de corrimiento de rumbo (strike - slip) y normal (dip - slip). Usamos tres técnicas diferentes (cuando era posible) para evaluar los mecanismos focales: primeros arribos, cociente de amplitudes S/P de Hash e inversión del tensor de momento usando registros con tres componentes de banda ancha.

Conociendo los mecanismos focales, es posible determinar mediante inversión, el tensor de esfuerzos, que proporciona las direcciones de los ejes principales del campo de esfuerzos al que la zona esta sometido. Se evaluó para toda la región y para las tres zonas arriba listadas. Los resultados indican que el promedio global es un régimen transtensivo con orientación del eje extensivo NW – SE, confirmando de tal modo, en lo general, la información geológica disponible. Para las tres localidades donde se evaluó el tensor de forma particular, cabe mencionar que el tensor de esfuerzos es mas estable, mostrando también regímenes transtensivos excepto en el vaso de Texcoco, donde el campo de esfuerzos y la sismicidad muestran ser de régimen lateral.

SIS-22

ESTUDIO SISMOTECTÓNICO DEL PUNTO TRIPLE DE LAS PLACAS COCOS – NAZCA – CARIBE

Luque Vergara Néstor^{1 y 2} y Mendoza Carlos¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geociencias, Universidad de Panamá

nluque@geociencias.unam.mx

Costa Rica y Panamá son sujetos a grandes y destructivos sismos debido a la interacción de las placas Cocos, Nazca y Caribe. Al sureste de Costa Rica la trinchera Mesoamericana limita la frontera entre la placas Cocos y Caribe, definiendo una zona de subducción somera debido a la presencia de la dorsal de Cocos (i.e. región oceánica que se eleva unos 2 km sobre el piso oceánico de la placa de Cocos) que se sumerge bajo la placa del Caribe. Al sur de Panamá, la placa de Nazca presenta un movimiento principalmente transcurrente lateral-izquierdo en relación a la placa Caribe. El límite entre las placas de Cocos y Nazca esta definido por La zona de fractura de Panamá que constituye una falla transcurrente de movimiento lateral derecho orientada norte-sur representando una fuente sísmica importante, habiéndose originado terremotos de magnitud Ms 7.6 (1934). Es importante conocer el comportamiento sísmico en el área del punto triple para entender la interacción entre las placas Cocos-Nazca-Caribe. Presentamos los avances de un estudio del catálogo sísmico preparado conjuntamente por el Centro Sismológico de América Central (CASC) de la Universidad de Costa Rica y el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá para el proyecto de amenaza sísmica regional entregado recientemente a la agencia de cooperación Noruega NORSAR. Este catalogo contiene eventos sísmicos bien localizados y esta completo a partir de magnitud 4.0 Mw. Además, se examina el catalogo de relocalizaciones telesísmicas preparado por Engdahl et al. (1998, Bull. Seism. Soc. Am. vol. 88, 722-743) para corroborar los detalles de la geometría e interacción de las placas en esta zona. Se presentan perfiles de sismicidad tomando en cuenta los mecanismos focales disponibles a nivel global como son las soluciones del Centroid Moment Tensor (CMT) de la Universidad de Harvard y tensores de momento sísmico del USGS National Earthquake Information Center (NEIC).

SIS-23

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN SÍSMICA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Alarcón Ferreira Ana María y Valdés González Carlos

Instituto de Geofísica, UNAM

mariana@cenapred.unam.mx

El volcán Popocatepetl es un volcán activo, localizado a 60 km al sureste de la Ciudad de México y a 45 km al oeste de la Ciudad de Puebla; En un radio de 100 Km de la cima del volcán, vivimos alrededor de 25 millones de mexicanos, por lo que la comprensión adecuada de su actividad y los sistemas de monitoreo y vigilancia, son herramientas muy necesarias.

La etapa de actividad contemporánea del volcán inició el 21 de diciembre de 1994 con una emisión de gases y cenizas, esta nueva etapa ha sido monitoreada y estudiada en diversas áreas: sismología, petrología, deformación, geoquímica, percepción remota, vulcanología física, magnetometría, visual, etc. En

especial el monitoreo sísmico ha sido de gran ayuda para estudiar y evaluar la actividad volcánica actual.

La sismicidad en el volcán ha sido clasificada en 5 familias principales: Eventos Volcanotectónicos, Eventos LP (Largo Periodo), Eventos Explosivos, Tremores y Derrumbes, cada familia está asociada a un fuente, por lo que cuando se registra un evento sísmico ya se conoce su significado y sus posibles implicaciones con respecto a la actividad volcánica. La forma de onda de cada una de las familias no es suficiente para su diferenciación, por ello contar con una herramienta que permita una distinción es muy útil, sobre todo cuando el número de señales sísmicas aumenta considerablemente en etapas de actividad volcánica.

En este trabajo se presentan los resultados de un análisis de estas familias de datos sísmicos, basado en las características espectrales de las señales. Para dicho análisis, se desarrolló una herramienta en plataforma Matlab. Empleando la FFT (Fast Fourier Transform) se obtienen los valores máximos de una secuencia de espectros, a partir de ahí se construye una curva. Este método se aplicó a un grupo de señales de cada familia sísmica y se obtuvieron señales representativas y a las curvas resultantes se les denominó curvas-patrón.

En cada curva-patrón es posible identificar las características principales de las familias sísmicas, por lo que fue posible realizar una discriminación entre las familias sísmicas. Cabe mencionar que entre más señales se incorporen en el procesamiento, mejorará la precisión de las curvas-patrón. Este método puede ser automatizado, para aplicarlo en tiempo real para la vigilancia volcánica.

SIS-24

EL PARAMETRO RV EN EL CALCULO DE AMPLITUDES EN TEORIA DE RAYOS

Madrid González Juan

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

juaneu@cicese.mx

Este trabajo extiende la presentación teórica del parámetro RV.

De las ecuaciones previamente obtenidas para el frente de onda (Madrid, 2008), se extraen ecuaciones en derivadas parciales para el centro y el radio de curvatura (locales) del frente de onda. Estas ecuaciones se usan para determinar directamente el jacobiano de la transformación de coordenadas cartesianas a las llamadas coordenadas centradas en el rayo, requeridas en la serie de rayos para la determinación de la amplitud. El parámetro RV hace posible obtener la solución exacta de las ecuaciones de transporte para ondas P o S al menos en la aproximación de orden cero, para ondas en medios con velocidades arbitrarias. Para el frente de onda transmitido en una capa, el incremento de radio de curvatura contenido en el plano rectificador (perpendicular) es igual al incremento del radio de curvatura contenido en el plano de incidencia (paralelo), y la diferencia entre los dos radios depende solo de los valores iniciales y la velocidad en la posición instantánea.

En la refracción o la reflexión ambos radios se pueden determinar por fórmulas (Gel'shinsky, 1963). Las ecuaciones de frente de onda para el rayo central tienen la misma expresión que la ecuación para rayos paraxiales cuando el gradiente de la velocidad es constante. El efecto de la curvatura de discontinuidades se investiga a través de ejemplos sencillos.

SIS-25

PARÁMETROS DE FUENTE DEL SISMO OCURRIDO EL 30 JULIO DE 2006 (MW 5.8) EN LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU RELACIÓN CON LA ORIENTACIÓN DE LOS EJES PRINCIPALES DE ESFUERZOS DE SISMIOS MODERADOS OCURRIDOS EN ESTA PROVINCIA TECTÓNICA

Rodríguez Lozoya Héctor Enrique¹, Quintanar Robles Luis², Huerta López Carlos³, López Pineda Leobardo⁴ y Leon Monzon Idefonso⁵

¹*Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Sinaloa*

²*Universidad Nacional Autónoma de México*

³*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*

⁴*Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora*

⁵*Universidad Autónoma de Sinaloa*

rolohe1@yahoo.com.mx

El 30 de julio de 2006 a las 01:20:52.28 horas (UTC), ocurrió un sismo de magnitud Mw 5.8 en la región central del Golfo de California, al noroeste de la falla transforme entre las cuencas de Guaymas y del Carmen, distante 226 kms. de la ciudad de Topolobampo, Sinaloa.

El sismo fue registrado por las estaciones de banda ancha del proyecto NARS-BAJA (NE75, NE76, NE77, NE82) y RESBAN (TOPB, GUYB), estaciones localizadas dentro de un rango de distancias epicentrales de 70 a 220 kms.

Se determinaron los parámetros de fuente del sismo a partir del análisis espectral de las formas de onda. Utilizando la técnica de inversión del tensor de momento sísmico, se determinó también su mecanismo de falla, el cual resultó de tipo lateral derecho. Este mecanismo concuerda con la dirección de desplazamiento de la placa Norteamericana con relación a la del Pacífico. La dirección de los ejes principales de esfuerzos de este evento se correlaciona de manera aceptable con la orientación general del campo de esfuerzos en dicha zona, tal como lo demuestran los resultados del análisis de la orientación de los ejes principales de esfuerzos de sismos moderados recientes e históricos ocurridos en la región del Golfo de California.

SIS-26

EL TERREMOTO DE SAN SIXTO Y EL GRAN TSUNAMI DE 1787 EN LA COSTA SUR DE MÉXICO

Núñez Cornú Francisco J.¹, Ortiz Figueroa Modesto², Sánchez John¹ y Suárez Plascencia Carlos¹

¹*Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara*

²*División de Oceanología, CICESE*

pacornu77@yahoo.com.mx

El terremoto de San Sixto ocurrido entre los límites de Oaxaca y Guerrero el 28 de marzo de 1787 es, aparentemente, el más grande terremoto histórico ocurrido en México. Existen reportes de daños muy importantes en Oaxaca, Guerrero, Puebla, Veracruz y México. La región de Oaxaca es probablemente la más estudiada desde el punto de vista sísmológico por medio de estudios de microsismicidad, réplicas de terremotos mayores, redes semi-permanentes y refracción sísmica. Existe una regionalización sísmogénica propuesta por Núñez-Cornú y

Ponce (1989) con base en la cual el terremoto ocurre en la Zona 8. Después de ocurrido el terremoto, la Zona 8 presenta un período de quietud sísmica de 141 años hasta 1928 cuando empieza un nuevo período de actividad convirtiéndose en la zona más activa de México con 6 eventos ($M > 7.0$) en 80 años. Núñez-Cornú (1996) propone que el terremoto de 1787 rompe toda la Zona 8, con una área de ruptura de 10,400 km² y sugiere que la Zona puede contener 6 ó 7 unidades sismogénicas. El terremoto de San Sixto fue además un terremoto tsunamigénico que generó el tsunami histórico más grande en México del cual se reportan invasiones de mar de hasta 6 km. tierra adentro y la generación de seiches en Acapulco, los efectos reportados de este tsunami son muy descriptivos. En este trabajo se han obtenido los mareogramas sintéticos a partir del modelado del terremoto. El análisis de las formas de onda de estos mareogramas en los diferentes puntos analizados concuerdan con las descripciones de los efectos locales. A partir de esto se concluye que el terremoto tuvo una Mw de 8.4 y una dislocación mínima de 8 metros.

SIS-27

THE 2008 SEISMIC SEQUENCE NEAR QUETAME, COLOMBIA

Dionicio Lozano Viviana¹, Sánchez John¹, Castillo
Gómez Luisa Fernanda² y Núñez Cornú Francisco J.¹

¹Centro de Sismología y Volcanología de
Occidente, Universidad de Guadalajara

²Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS, Colombia

vivianadionicio@gmail.com

Seismogenic zones in Colombia are related to accommodation of deformations along subduction zones and shallow crustal faults. Among these, the seismogenic zone near Bogotá, Colombia, is relevant, because several large earthquakes have nucleated there and some have been possibly triggered. An example of this is the May 24th, 2008, ML 4.1 – 5.7 (maximum magnitude 5.9 Mw) Quetame earthquake sequence.

We present an interpretation of the temporal-spatial features that stand out from the analysis of shallow earthquakes (depths less than 30 km) and the relocations obtained with the double difference method, within an area in central Colombia, that affects a number of towns and cities nearby. The Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC, ascribed to INGEOMINAS) detects and locates minor-to-light earthquakes that are frequently felt and reported by local inhabitants. Our motivation to conduct this work is that the Quetame earthquake sequence was strongly felt in Bogotá and many towns were affected by it.

Within the region under study several geological structures have been mapped in the field by geologists, such as the Naranjal and Servitá Faults, that are possibly a source of recent and past earthquakes, judging from some available fault plane solutions. By analyzing the slope of the frequency-magnitude relation (b -value) and the temporal-spatial associations recently discovered for earthquakes in this region we make inferences on the potential for generation of larger earthquakes and fault-to-fault interactions or interactions among fault segments, in terms of stress changes.

SIS-28

LA SECUENCIA SÍSMICA DE SEPTIEMBRE DE 2007 EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: UNA EXPLICACIÓN DEL BAJO CONTENIDO DE PAR-ACOPLADO (NON DOUBLE- COUPLE) EN SISMOS DE FALLAS TRANSFORMES

Ortega Ruiz Roberto¹, Quintanar Robles Luis² y Mayer Geraldo Sergio¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz

²Instituto de Geofísica, UNAM

ortega@cicese.mx

El sismo del 1º de Septiembre de 2007 (Mw 6.1) es acaso uno de los eventos más intrigantes registrados ultimamente en la región extensional del Golfo de California. Contrariamente a el resto de los sismos de fallas transformes en el centro de la dorsal del Golfo de California, éste evento registró más de 800 réplicas, lo cuál permite estudiar la sismogénesis con mayor detalle. Después de una localización detallada de las réplicas, se observa que el evento principal ocurre fuera de la región donde ocurren las réplicas. Una característica interesante de la localización de dichas réplicas es su clara alineación longitudinal perpendicular a las fallas transformes. Una explicación propuesta con base en la composición de momentos de tensión MT y de cizalla MS se puede proponer a través de la geometría de las réplicas y con base en el modelado de las formas de onda. Este tipo de eventos ha sido causa de un largo debate para explicar el bajo contenido de par-acoplado debido a que generalmente ocurren en medio del océano y no se tenían registros de buena calidad. Entre las diferentes hipótesis que se han postulado han sido 1) Eventos de falla normal y de falla de rumbo que ocurren casi instantáneamente. 2) Fallas con geometrías curvas acompañadas de expansión causada por intrusión de lava. 3) Fallamientos tensionales. 4) Pulsos con apertura en las fallas. 5) Combinación de fallamiento tensional y de cizalla. Nuestras observaciones sísmológicas concuerdan con la explicación de que el bajo componente de par-acoplado es causado por una combinación de fallamiento tensional y de cizalla.

SIS-29

SIMULACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL SUELO EN XALAPA DURANTE EL SISMO DEL 3 DE ENERO DE 1920 (M APROXIMADAMENTE 6.4)

Córdoba Montiel Francisco¹, Singh Shri Krishna², Iglesias
Arturo², Rodríguez Elizarrarás Sergio³ y Mora González Ignacio⁴

¹Universidad Veracruzana

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Centro de Ciencias de la Tierra, UV

fcordoba@uv.mx

El sismo del 3 de enero de 1920 tuvo su origen en la zona limítrofe de los estados de Veracruz y Puebla a unos 32 km al suroeste de la ciudad de Xalapa, Veracruz; y dio lugar a una serie de fenómenos (deslizamientos y derrumbes en las montañas, alumbramiento de manantiales, inundaciones de lodo y hundimientos locales), que trajeron como consecuencia la pérdida de un número importante de vidas y severos daños materiales en la zona epicentral y sus cercanías. En Xalapa, las afectaciones de consideración que ocurrieron fueron

cuarteaduras y grietas en algunas construcciones y en casos aislados derrumbes parciales.

En este trabajo se presentan los resultados del estudio realizado en la ciudad de Xalapa, con el propósito de determinar la respuesta del suelo en diferentes puntos estratégicos distribuidos en la ciudad y elaborar una serie de escenarios a partir de simulaciones computacionales, que sustentadas en métodos estocásticos, permitan hacer una recreación de ese sismo en esta ciudad y además, establecer las condiciones actuales del terreno ante la posible ocurrencia de eventos que tengan una fuente sísmica y distancia epicentral similares.

Este estudio consistió en la instalación y operación de diez estaciones sísmicas de banda ancha durante el periodo comprendido de Octubre de 2007 a Julio de 2008; de las cuales una fue instalada como sitio de referencia, en un punto ubicado sobre un macizo de calizas del Cretácico con el fin de obtener datos de alta calidad que pudieran utilizarse para establecer la respuesta de los nueve sitios ubicados en la ciudad de Xalapa, mediante el empleo de la técnica de cocientes espectrales estándar. Aunado a lo anterior, se utilizó la técnica H/V aplicada a sismos y a vibración ambiental con la finalidad de establecer la correlación entre éstas metodologías y evaluar de manera precisa la validez de los resultados que aportaron, considerando las características geológicas y topográficas locales.

El resultado de lo anterior es la determinación del efecto de sitio, mismo que constituye la base para la realización de las simulaciones del movimiento de suelo, las cuales permitirán presentar las aceleraciones pico estimadas ante un sismo postulado de M aproximada a 6.4, ubicado a una distancia epicentral de 32 kilómetros. Finalmente, con base a las estimaciones obtenidas, se analizan las consecuencias evidenciadas durante este sismo particularmente en la ciudad de Xalapa y se emite un diagnóstico del peligro sísmico al que se encuentra expuesta esta población ante futuras eventualidades de esta naturaleza.

SIS-30

EL ENJAMBRE SÍSMICO DE FEBRERO DE 2008, EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS REGISTROS DE MOVIMIENTOS FUERTES.

Munguía Orozco Luis, Navarro Sánchez Miguel,
Luna Munguía Manuel y Valdez López Tito

*Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada, CICESE*

lmunguia@cicese.mx

El Valle de Mexicali se ubica en el noreste de Baja California, México. Su extensión hacia territorio americano se conoce como el Valle Imperial, y juntos forman parte de una provincia sedimentaria conocida como la cuenca de Salton Sea. En el valle que denominamos Mexicali-Imperial han ocurrido sismos de relevancia por su magnitud y efectos en las últimas décadas. Estos sismos son los del Valle Imperial (1940, $M=7$ y 1979, $M=6.6$), los de Superstition Hills y Elmore Ranch (1987, $M=6.6$ y 6.2) y el de Victoria (1980, $M=6.1$). Todos ellos causaron daños materiales de consideración en la región de su epicentro.

También de importancia resulta considerar que en el Valle de Mexicali ocurren sismos de magnitud baja a intermedia ($M_w \sim 5$) con una frecuencia relativamente alta. Cuando estos sismos ocurren cerca de centros de población causan alarma y daños de cierta consideración, como en el caso del enjambre sísmico de

Febrero de 2008. Tal enjambre ocurrió en la vecindad del Ejido Michoacán de Ocampo, a unos 25 km al sureste de la ciudad de Mexicali, y consistió en varios cientos de eventos, de entre los que destacaron 5 eventos con magnitudes M_w de entre 5.0 y 5.4. La intensidad de los movimientos sentidos por la población se explica por las altas aceleraciones (hasta de 0.5 g) registradas en estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM) a distancias menores a 10 km de los temblores más fuertes. La estación más cercana a los epicentros de los sismos de mayor magnitud registró aceleraciones de entre 200 y 500 cm/seg^2 a alrededor de 7 kilómetros de distancia. Este enjambre de sismos constituye una muestra clara del constante peligro que fallas tectónicas de la región, como las de Cerro Prieto, Imperial y otras fallas activas de tipo normal, le plantean a la ciudad de Mexicali y su valle. En esta plática se hará una descripción de las principales características del enjambre y de los movimientos fuertes registrados por RANM.

SIS-31

LOS SISMOS DE CERRO PRIETO DE FEBRERO 2008, VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA: REPORTE PRELIMINAR

Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, Méndez
Figueroa Ignacio, Farfán Sánchez Francisco Javier,
Orozco León Luis Raúl y Gálvez Valdéz Jesús Oscar

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

vidalv@cicese.mx

A partir de los registros obtenidos por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), elaboramos el presente reporte. El viernes 8 de febrero de 2008, a las 11:12 PM (tiempo local), se inició una secuencia sísmica del tipo enjambre con la ocurrencia (entre el 8 y el 22 de febrero) de 5 sismos de magnitud de entre 5.0 y 5.5. En este periodo, además de los sismos mencionados, ocurrieron un conjunto de aproximadamente 302 sismos localizables con magnitudes comprendidas entre 2.0 a 4.8 en un área circular de aproximadamente 20 km de radio, tomando como centro el volcán de Cerro Prieto. Todos estos sismos se localizan en la misma región epicentral de los sismos de mayor magnitud ($5.0 \leq \text{Mag} \leq 5.5$). Los epicentros se concentran principalmente en el extremo noroeste de la falla Cerro Prieto. El área de ocurrencia de estos temblores está próxima al Campo Geotérmico de Cerro Prieto, el cual es un área de deformación extensional. En esta región las fallas principales son la ya mencionada falla de Cerro Prieto y la falla Imperial, las cuales se extienden, respectivamente, desde la costa noroeste del Golfo de California hasta la depresión Salton en el sur de California, Estados Unidos. Los sismos de magnitud mayor que 5.0 ocurrieron entre 23 a 27 km al sureste de la ciudad de Mexicali, Baja California y la población más cercana al área de epicentros es el ejido Michoacán de Ocampo. Debido a la cercanía de los centros de población mencionados respecto al área epicentral y a las características de la región del valle de Mexicali (suelo sedimentario) los sismos se sintieron con intensidades de IV a V. A partir de los registros obtenidos por RESNOM deseamos plantear las siguientes preguntas ¿Los sismos ocurrieron en la prolongación noroeste de la falla Cerro Prieto o están asociados a otras fallas de la región? ¿Es posible constreñir los mecanismos focales obtenidos a partir de los primeros movimientos mediante el modelado de las formas de onda de registros de banda ancha? La región norte de Baja California es compleja ya que los registros de banda ancha fueron obtenidos en estaciones ubicadas en la región de las Sierras Peninsulares de Baja California, la cual es muy diferente de la región sedimentaria del Valle de Mexicali.

En la presentación trataremos de dar respuesta a las preguntas planteadas.

SIS-32 CARTEL

CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES DE LA SISMICIDAD EN EL VALLE DE MÉXICO Y LA REGIÓN NORESTE DEL PAÍS

Argujio Herrera Tania¹, Bello Segura Delia² y Quintanar Robles Luis³

¹Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL

²Facultad de Ciencias, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

moonpools@hotmail.com

Es ampliamente conocido que la sismicidad de mayor magnitud en México se localiza fundamentalmente a lo largo de la costa del Pacífico, lugar en donde las placas oceánicas de Rivera y Cocos subducen por debajo de la placa de Norteamérica, afectando los estados costeros desde Jalisco hasta Chiapas. Esta sismicidad y sus características han sido ampliamente estudiadas y en los últimos 15 años se ha profundizado notablemente en este conocimiento gracias a la disponibilidad de los datos de la Red Nacional de Observatorios Sismológicos (RNOS) de banda ancha.

Aprovechando la expansión de la red RNOS, así como la instalación de nuevas estaciones de banda ancha en la Red Sísmica del Valle de México (RSVM), se estudian las características focales de sismos ocurridos en dos regiones del país que han sido relativamente poco estudiadas: la Cuenca del Valle de México y la región Noreste del país .

Utilizando la técnica de Análisis Espectral se determina el Momento Sísmico y la Caída de Esfuerzos de eventos que han ocurrido en las regiones arriba descritas. Se pretende con este estudio conocer las características focales de esta sismicidad y compararlas con las correspondientes a la sismicidad asociada a la subducción de la placa de Cocos.

Es ampliamente conocido que la sismicidad de mayor magnitud en México se localiza fundamentalmente a lo largo de la costa del Pacífico, lugar en donde las placas oceánicas de Rivera y Cocos subducen por debajo de la placa de Norteamérica, afectando los estados costeros desde Jalisco hasta Chiapas. Esta sismicidad y sus características han sido ampliamente estudiadas y en los últimos 15 años se ha profundizado notablemente en este conocimiento gracias a la disponibilidad de los datos de la Red Nacional de Observatorios Sismológicos (RNOS) de banda ancha.

Aprovechando la expansión de la red RNOS, así como la instalación de nuevas estaciones de banda ancha en la Red Sísmica del Valle de México (RSVM), se estudian las características focales de sismos ocurridos en dos regiones del país que han sido relativamente poco estudiadas: la Cuenca del Valle de México y la región Noreste del país .

Utilizando la técnica de Análisis Espectral se determina el Momento Sísmico y la Caída de Esfuerzos de eventos que han ocurrido en las regiones arriba descritas. Se pretende con este estudio conocer las características focales de esta sismicidad y compararlas con las correspondientes a la sismicidad asociada a la subducción de la placa de Cocos.

SIS-33 CARTEL

EVIDENCE OF HIGHER-MODE SURFACE WAVES IN THE VALLEY OF MEXICO AND STRUCTURE OF THE BASIN

Rivet Diane, Campillo Michel, Singh Shri Krishna y Shapiro Nicolai

Instituto de Geofísica, UNAM

diane.rivet@gmail.com

We reconstruct Rayleigh and Love waves from cross-correlations of ambient seismic noise recorded at 11 broad-band MesoAmerica Seismic Experiment (MASE) stations located in the Valley of Mexico. The surface waves with sufficient signal-to-noise ratio are then used in the group velocity dispersion analysis. From our dataset of 11 stations, 5 present clear evidence of timing errors caused mainly by unlocked GPS clocks. To correct this time drift in a quasi-continuous manner, we use an approach introduced by Stehly and al. (2007). It is based of an examination of the difference in time symmetry of the causal and anticausal part of the cross-correlation between two stations. After applying time corrections, we use the reconstructed waveforms to measure group velocity dispersion curves at period of 0.5 to 5 seconds. We observe that the maximum energy is contained in the higher modes of the surface waves that propagate deeper in the basin. The fundamental mode shows a very low group velocity, <100m/s, which is consistent with previous studies. We identify the observed higher modes by comparing them with theoretical dispersion curves and eigenfunctions calculated for higher modes of Rayleigh and Loves waves associated with a given model of the upper crust. The domination of the higher modes in the Valley of Mexico may be a determining factor in the long duration of the seismic signal. By inverting the dispersion curves we better constrain the velocity model of the upper crust of the Valley of Mexico. We also analyze site effects by looking at the relative amplitude of the reconstructed signal obtained with the cross-correlation.

SIS-34 CARTEL

EVALUACION DE LOS MODELOS DE SUBDUCCION PARA LA REGION CENTRAL DE MEXICO, MEDIANTE EL TRAZADO DE RAYOS SISMICOS CON DATOS DEL PROYECTO MASE (RESULTADOS PRELIMINARES)

Rodríguez Pérez Quetzalcoat¹ y Valdés González Carlos²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Servicio Sismológico Nacional

quetza81@hotmail.com

El objetivo del presente trabajo es evaluar los modelos de velocidades propuestos para la región central de México (Pardo y Suárez, 1995 y Cárdenas C., 2003) y las geometrías de subducción obtenidos mediante modelos térmicos (Manea et al, 2005) e inversión de los tremores no volcánicos (Payero et al, 2008). La evaluación entre los modelos de subducción antes mencionados se realizará mediante la implementación de la técnica de trazado de rayos sísmicos, para ello se utilizarán estaciones sísmicas del proyecto MASE (Meso-American Subduction Experiment) y sismos regionales en el área de estudio. Una característica del trazado de rayos sísmicos es que se trata de un problema directo, es decir la estructura inicialmente se conoce o se propone, la cual se ajusta o se modifica hasta modelar los datos correctamente, en este caso los tiempos de arribo de las ondas P. A diferencia del problema directo, en el

problema inverso como es el caso de la tomografía sísmica, la estructura se obtiene directamente de los datos. El trabajo se encuentra en etapa de desarrollo, por lo tanto únicamente se presentarán los resultados preliminares, en los que se han observado ajustes entre los tiempos de arribo observados y los tiempos de arribo calculados para las ondas P, menores a 0.7 segundos en promedio, corroborando que la sección por donde pasa el perfil sísmico de las estaciones del proyecto MASE, tiene un ángulo de subducción subhorizontal en región central de México, sin embargo se pretende refinar los modelos propuestos para la zona de estudio.

Bibliografía

Cárdenas C., 2003. Estructura tridimensional de la zona de subducción en Guerrero, México: un análisis de trazado de rayos con base en sismos regionales mexicanos. Tesis de Maestría. Posgrado en Sismología y Física del interior de la Tierra. UNAM., 94 pp.

Pardo, M and G Suárez., 1995. Shape of the subducted Rivera and Cocos plates in southern Mexico: seismic and tectonic implications. *Journal of Geophysical Research* 100, 12357–12373.

Payero, J. S., V. Kostoglodov, N. Shapiro, T. Mikumo, A. Iglesias, X. Pérez-Campos, and R. W. Clayton., 2008. Non-volcanic tremor observed in the Mexican subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L07305, doi:10.1029/2007GL032877.

Manea, V.C., M. Manea, V. Kostoglodov, and G. Sewell, Thermo-mechanical model of the mantle wedge in Central Mexican subduction zone and a blob tracing approach for the magma transport, *PEPI*, 149, 165-186, 2005.

SIS-35 CARTEL

ESTUDIO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA CORTICAL EN EL BLOQUE DE JALISCO A PARTIR DE REGISTROS LOCALES DE BANDA MUY ANCHA

Martínez López María del Rosario, Gómez González Juan Martín y Guzmán Marco

Centro de Geociencias, UNAM

rosariomar55@hotmail.com

El Bloque de Jalisco, como una de las regiones sismotectónicas más complejas de México, ha sido objeto de múltiples estudios de diferentes áreas del conocimiento. Esta región del país fue monitoreada sísmicamente con 50 sismógrafos digitales de banda muy ancha durante 18 meses, de enero de 2006 hasta junio de 2007. La red temporal MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone) permitió adquirir una gran cantidad de datos. En este trabajo se analizan varias señales con las que se busca determinar si es posible conocer más sobre el modelo regional de velocidades. Actualmente se usa un modelo promedio para localizar toda la sismicidad, sin embargo, algunas deficiencias en las localizaciones o modelados muestran que en algunos casos se requieren modelos más particulares. Utilizamos el método de inversión no linealizada de rayos, con base en los tiempos de viaje de las ondas P y S, para probar algunos modelos de corteza utilizando 56 sismos locales. Estos eventos se caracterizaron por una buena cobertura azimutal en la red y su magnitudes van de pequeña a moderada (2.8 # MI # 5.4). Algunas de las condiciones impuestas para considerar que las localizaciones fueran confiables fue que los tiempos residuales fueran menores a 4 s. Las profundidades de los eventos variaron entre 1 y 89 km. Estos sismos ya

habían sido previamente relocalizados, ello sirve como referencia para depurar el modelo de velocidades. Dado que el algoritmo relocaliza y explora el modelo de velocidades al mismo tiempo, requiere múltiples corridas y la estabilidad se alcanza al fijar los parámetros hipocentrales, lo que permite un mejor control de la velocidad. Al caracterizar mejor el o los modelos locales de velocidad será posible tener localizaciones más confiables.

SIS-36 CARTEL

PROPUESTA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE ZITÁCUARO MICHOACAN.

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre González Jorge y Mijares Arellano Horacio

Instituto de Ingeniería, UNAM

rvazquezr@iingen.unam.mx

Michoacán esta localizado en una de las zonas de más alta sismicidad del país, dentro del estado existen tres fuentes generadoras de sismos como son los generados por la actividad volcánica (Jorullo 1759, Parícutín 1943), los generados por la Subducción (Placa de Cocos 1979 M 7.4, y 1985 M 8.1) y los causados por fuentes locales (Falla de Acambay 1912). La ciudad de Zitácuaro se localiza dentro de un complejo volcánico denominado complejo Volcánico de Zitácuaro, que surgió a raíz del cinturón volcánico mexicano, en la cual se tienen presencia de domos volcánicos completamente jóvenes (como el Cacique), pero en los últimos años cerca de la ciudad (aprox. 5km) se han reportado algunos eventos sísmicos, (M 3.9, Marzo de 2008).

En el presente trabajo se presenta una propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Zitácuaro usando el método de Nakamura. Basado en la medición de vibración ambiental, se obtiene la distribución del periodo fundamental del suelo para tener un mejor conocimiento del comportamiento ante un evento sísmico. Esta ciudad se localiza al este del Estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 100°22' de longitud oeste, a una altura de 1940 metros sobre el nivel del mar.

Para la ciudad de Zitácuaro se realizaron mediciones de microtremores (15 minutos de grabación) usando un sensor Guralp CMG40T de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 69 mediciones, procurando cubrir toda la ciudad, y al mismo tiempo tener el mayor número de registros posible. Con estos registros se calcularon los cocientes espectrales (H/V). Una vez procesados los resultados de los cocientes espectrales de microtremores, se observaron periodos entre $T = 0.2s$. y $T = 3.0 s$. Con estos valores de periodos, se elaboró la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Zitácuaro. Los periodos más altos se encontraron hacia el sur de la ciudad, y los periodos más bajos en la parte norte de la ciudad. Con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

SIS-37 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS ACELEROGRAMAS OBTENIDOS EN LA C.H. LEONARDO RODRÍGUEZ ALCÁINE PRESA EL CAJÓN, DURANTE EL PRIMER LLENADO DEL EMBALSE.

Andrade Ocadíz Elisa y Santamaría Saldaña Dora Elva

Comisión Federal de Electricidad

elisa.andrade01@cfe.gob.mx

Análisis de los acelerogramas obtenidos en la C.H. Leonardo Rodríguez Alcaine, Presa El Cajón, durante el primer llenado del embalse.

E. Andrade Ocadíz y D. Santamaría Saldaña

Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Ingeniería Civil.

Se presenta el análisis de los acelerogramas registrados en las estaciones de la red acelerográfica de la presa El Cajón entre junio de 2006 y mayo de 2007.

Fueron detectadas 2272 series de tiempo de las cuales 1299 correspondieron a registros generados por sismos, 609 fueron pulsos no relacionados con movimiento alguno, y 364 fueron señales mezcladas con ruido por actividad humana.

Cuatro meses después del inicio del llenado del vaso (15 de julio del 2006) comenzaron a registrarse en la red eventos correspondientes a sismos con epicentros a menos de 25 km de la Central, considerados como sismos locales. Durante el periodo analizado se recabaron registros generados por 386 temblores de este tipo, asignándoles a la mayoría magnitudes coda entre 1 y 2.4. Las máximas aceleraciones registradas fueron provocadas por dos sismos ocurridos en mayo de 2007, localizados a 7 km de la cortina. El primero se produjo el 12 de mayo de 2007, con magnitud coda 1.4 y aceleración con valor de 99,5 cm/s². El segundo ocurrió dos días después, fue de igual magnitud pero con aceleración máxima de 40 cm/s².

Los demás temblores que generaron registros tuvieron epicentros localizados a más de 25 km de distancia respecto a la Central, sismicidad considerada como regional. Las aceleraciones máximas obtenidas de estos eventos fueron significativamente menores.

Se realizaron análisis espectrales de los acelerogramas más representativos de ambos tipos de sismicidad, encontrando que para los sismos locales, en las estaciones localizadas en la corona de la cortina, los espectros de Fourier muestran la mayor concentración de energía asociada a un intervalo de frecuencias entre 2 y 10 Hz. En los espectros de respuesta con amortiguamiento del 5% respecto al crítico, el máximo valor de aceleración espectral se encuentra referido a un periodo de 0,11 s (8,9 Hz).

Para los temblores regionales, en la estación ubicada en el centro de la corona, los espectros de Fourier tienen un corrimiento de las frecuencias asociadas a las mayores concentraciones de energía respecto de los sismos locales, presentándose las máximas amplitudes a más de 12 Hz. La mayor respuesta espectral corresponde a un periodo de 0.071 s (14 Hz).

Por las características de las excitaciones, tales como los bajos valores de aceleración, duración de la fase intensa del movimiento que en algunos eventos apenas superó los 5 segundos, efectos trayectoria de las ondas sísmicas, etc., aún no se tienen los elementos suficientes para determinar experimentalmente el periodo de vibración de la cortina.

Para discriminar los efectos de fuente y trayectoria del sismo y poder calcular las amplificaciones del movimiento respecto a

campo libre, así como de la base a la corona de la cortina, es necesario contar con registros simultáneos, por lo que se requiere que el sistema de interconexión maestro- esclavo funcione adecuadamente.

SIS-38 CARTEL

PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE REGISTRO SÍSMICO DEL ESTADO DE VERACRUZ (REGIONALIZACIÓN SISMOTECTÓNICA PRELIMINAR)

Riquer Trujillo Guadalupe¹, Williams Linera Francisco¹, Leyva Soberanis Regino¹, Lermo Samaniego Javier², Vargas Colorado Alejandro¹, Zamora Hernández Abigail¹ y Neri Flores Iris¹

¹Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana²Instituto de Ingeniería, UNAM

guadaluperiquer@yahoo.com.mx

Destrucción y daños son expresiones frecuentemente relacionadas con los efectos que los sismos tienen en las construcciones. Medir y estudiar el fenómeno, es fundamental para conocer las zonas que son fuentes potenciales de generación de sismos, y así tomar las medidas preventivas para mitigar las consecuencias. Históricamente el Estado de Veracruz ha sufrido los efectos de sismos infaustos y aunque diversas instituciones han realizado esfuerzos aislados para mejorar la instrumentación sísmica instalada, su cobertura sigue siendo insuficiente. En este trabajo se hace una propuesta de ampliación de la instrumentación para el registro sísmico, que va de la mano de una cultura de optimización de recursos, sustentada en un análisis de la distribución de redes de registro sísmico en el Estado y en sus cercanías. Las áreas no cubiertas, se identificaron de un estudio de la sismicidad del Estado, el cual se inicia con la elaboración de una base de datos de sismos históricos pre-instrumentales (1523-1900), e instrumentales (1900-2008). Para la elaboración del catálogo instrumental, se consideró la diversidad de aparatos de registro, la permanencia de los mismos donde esto fue posible, las técnicas usadas para la obtención de parámetros sísmicos y las imprecisiones atribuibles a la distancia de los aparatos de registro, entre otras cosas. Se recurrió a diversas fuentes de información y se usaron los sismos con epicentros en el Estado para analizar las magnitudes, profundidades hipocentrales y número de eventos y, en algunos casos de interés, se redefinieron parámetros. Se identificaron aquellos eventos cuyas afectaciones a la población resultaron los más nocivos, y se analizaron especialmente sus fuentes. Finalmente se hace una propuesta preliminar de subdivisión del Estado de Veracruz en regiones sismotectónicas, que puede ser el punto de partida para la estimación del riesgo sísmico en estudios futuros. Estos trabajos son financiados por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del estado de Veracruz (FOMIX) y forma parte del proyecto: "Propuesta de zonificación sísmica para el estado de Veracruz" (2007-2009).

SIS-39 CARTEL

MONITOREO SÍSMICO EN LA SIERRA GORDA, QRO.

López Valdivia Erika Nallely¹, Morales Juárez Silvia Patricia¹,
Ramón Márquez Víctor Manuel¹ y Gómez González Juan Martín²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Centro de Geociencias, UNAM

erika_love552@hotmail.com

A finales del 2007 varias poblaciones del NE de Querétaro resintieron la ocurrencia de varios sismos, que causaron temor y algunos daños. El área afectada por la actividad es aproximadamente de 30 x 60 km² y se encuentra ubicada en los límites de Hidalgo y San Luis Potosí. Entre las poblaciones afectadas están Landa de Matamoros, El Aguacate, Zoyapilca, Tancoyol, San Antonio Tancoyol, Otates y Matzazintla. La sismicidad inició desde noviembre 2007 y hasta junio 2008 los movimientos telúricos no han cesado. Por ello, desde el inicio de la actividad se instaló una pequeña red sísmica temporal de varios sismógrafos de periodo corto. Durante el tiempo de registro han ocurrido más de 60 eventos, cuya localización se encuentra claramente dentro de la zona descrita y con epicentros someros ($h < 10$ km). Dicha actividad no sólo se ha expandido, sino que ha migrado hacia el NNW, hacia San Luis Potosí, siguiendo la orientación de la Sierra Madre Oriental (NW-SE). Este comportamiento refleja que la actividad sísmica en la zona no es despreciable y la revela como una de las zonas intraplacas probablemente más activas del país. La población de eventos registrados hasta el momento, zona anteriormente considerada como asísmica, hace necesario incrementar el monitoreo regional, así como instalar estaciones permanentes que sirvan como referencia de eventos posteriores y faciliten la localización de los epicentros. Ello permitirá tener un registro objetivo de la actividad y la continuidad de estudios sismotectónicos que harán posible identificar las fuentes sismogénicas. Es imperioso caracterizar sísmicamente la zona para establecer si el origen del movimiento es por fallamiento recurrente o reactivación de fallas. Varias de las estructuras locales son contemporáneas a la formación de la Sierra Gorda, la cual se formó debido a un proceso orogénico causado por esfuerzos compresivos, mismos que dieron origen a la Sierra Madre Oriental y donde en algún momento han ocurrido también esfuerzos distensivos. La información recabada permitirá a las autoridades y a la población tomar las precauciones necesarias ante eventos similares o mayores que representen peligros potenciales.

SIS-40 CARTEL

SISMOS MEXICANOS DEL 2007 CON MAGNITUD M>5.0

Franco Sánchez Sara Ivonne, Quezada Reyes Aída, Cárdenas Monroy Caridad, Jiménez Cruz Casiano y Valdés González Carlos

Servicio Sismológico Nacional

ivonne@ssn.ssn.unam.mx

Durante el año 2007, el Servicio Sismológico Nacional de México reportó 29 eventos, de magnitud $M \# 5.0$, que ocurrieron dentro del territorio nacional. La mayoría de estos eventos se localizaron en los límites de placas que interactúan en nuestro país. En este trabajo se hace una descripción de cada uno de estos eventos, de sus principales características así como de su relación con el ambiente tectónico en el cual ocurrieron.

En Mayo 2007, se registró un sismo de magnitud $M_w = 5.6$ en el Golfo de México. Debido a su localización, este evento es de gran interés, ya que, por un lado, se localiza en la zona estable de la placa de Norte América (lejos de los límites de placas), pero dentro de una zona con gran impacto económico (plataformas petroleras). La ocurrencia de sismos de esta magnitud podrían representar un riesgo para la infraestructura petrolera de la región.

SIS-41 CARTEL

EFFECT ON PROPERTIES DUE TO IMPERFECT ELASTIC CONTACT AMONG GRAINS IN PERIODIC COMPOSITES

Sabina Ciscar Federico¹, López Realpozo Juan², Rodríguez Ramos Reinaldo², Guinovart Díaz Raul² y Bravo Castellero Julian²

¹Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

²Universidad de la Habana

fjs@mym.iimas.unam.mx

A fiber-reinforced periodic piezoelectric composite where the constituents exhibit transverse isotropic properties is considered. The fiber cross-section is circular and the periodicity is either square or hexagonal. Mechanical imperfect contact condition at the interface between matrix and fibers is studied. The effective axial coefficients are obtained by means of the asymptotic homogenization method. Some numerical examples are given. When there is no piezoelectric coupling, the interface imperfection may be of interest to modelling rocks whose grains need not be in perfect welded contact.

SIS-42 CARTEL

CAMBIOS EN NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA ASOCIADOS CON EL SISMO MW=5.4 DEL 24 DE MAYO, DE 2006, VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Sarychikhina Olga, Glowacka Ewa y Vázquez González Rogelio

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

osarytch@yahoo.com

El sismo ocurrido el 24 de Mayo de 2006 en el Valle de Mexicali tuvo una magnitud $M_w = 5.4$, profundidad de 3.6 km y mecanismo de ruptura normal. El sismo produjo significativos daños materiales, numerosas grietas y rupturas en la superficie, y cambio de nivel de agua subterránea que fue registrado por los piezómetros de la red de monitoreo de pozos de Mexicali.

La red de monitoreo de pozos de Mexicali ha estado en operación desde el 2003 de manera prácticamente continua, y consiste de 8 pozos equipados con medidores de registro continuo, programados para registrar los datos del nivel de agua y temperatura con un período de 5 minutos. La mayoría de los pozos tienen profundidad de 150 m, excepto pozo PZ-1 y II-9, que tienen 500 y 15 m de profundidad, respectivamente.

Durante el sismo de 24 de Mayo de 2006, 6 piezómetros estaban en operación y todos ellos registraron los cambios de nivel de agua subterránea debido al sismo. Un pozo, II-9, no estaba instrumentado pero presentó el flujo artesiano después del sismo. Los registros de piezómetros muestran que el cambio de nivel de agua en los pozos ocurre durante el sismo. El cambio

más grande de 6.7 m ocurrió en el pozo PZ-1 que se encuentra mas cerca al epicentro. Los otros pozos presentaron cambios de orden de centímetros.

Los cambios en niveles de agua subterránea y tazas de la descarga de los ríos, asociados con los sismos, han sido ampliamente reportados [Roeloffs, 1996, King et al., 2006]. En un simple modelo lineal, los niveles de agua subterránea bajan o suben dependiendo de si el acuífero conectado se dilata o se contrae debido a la redistribución sismogénica del campo de tensión inducido por un sismo.

Para verificar si los cambios observados en el nivel de agua subterránea que seguían el sismo del 24 de mayo de 2006 podrían explicarse por la deformación causada por este sismo, calculamos la tensión volumétrica estática en la profundidad de los pozos. Realizamos los cálculos usando modelo de fractura rectangular en el semi-espacio elástico obtenido por Sarychikhina et al., [2008] y el software de EDGRN/EDCMP [Wang et al., 2003]. Para el modelo, el signo del cambio de nivel de agua cosísmico registrado esta de acuerdo con la tensión volumétrica estática inducida por el sismo, excepto para dos pozos. Estas dos discrepancias pueden ser resultado del efecto del sitio como heterogeneidad en la estructura geológica que puede explicar la respuesta no-lineal del nivel de agua subterránea a la tensión cosísmica.

Asumiendo que el comportamiento elástico del acuífero afectado puede ser descrito por teoría poroelástica lineal [Roeloffs, 1996], nosotros estimamos la amplitud del cambio de nivel de agua esperado en los pozos y lo comparamos con el registro del cambio real.

Los resultados del análisis de los cambios del nivel de agua subterránea sugieren que, en este caso particular, el simple modelo puede explicar la variabilidad y la amplitud de las señales hidrológicas.

SIS-43 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LOS PROCESOS DE RUPTURA DE LOS EVENTOS DE LA ZONA COSTERA DE OAXACA(M>6) EN EL PERIODO DE 1982-1999

Zavaleta Ramos Ana Belém y Quintanar Robles Luis

Instituto de Geofísica, UNAM

grifo@ciencias.unam.mx

El Estado de Oaxaca es una de las regiones de más alta sismicidad en México; se han realizado muchos estudios sobre esta región por investigadores tanto nacionales como extranjeros; uno de los primeros fue el llevado a cabo por Orozco y Berra (1976).

En este trabajo hemos intentado determinar en la medida de lo posible un catálogo homogéneo y confiable de los procesos de ruptura en el estado de Oaxaca. Para ello se ha tomado en cuenta toda la información disponible en la base de datos del Servicio Sismológico Nacional en conjunto con la Universidad de Harvard, durante los años de 1982 a 1999.

La región de interés para este estudio está situada entre los 15.49° y los 16.54° latitud norte y los 94.07° y los 98.98° de latitud oeste; las fronteras físicas en la costa son el Istmo de Tehuantepec al este y el Estado de Guerrero al oeste.

Se recopilaron los eventos con una magnitud MS #6.0 y con profundidades mayores a 3km ocurridos en la zona costera de Oaxaca de 1982 a 1999.

Se hace una revisión de la geología del estado de Oaxaca, su ubicación, sus fronteras, se describen los métodos de análisis utilizados y todos los parámetros que se requieren para encontrar la distribución espacio-temporal de liberación de energía ocasionados por el terremoto; el análisis de los datos correspondientes a los eventos de 1982 a 1999.

La intención del presente trabajo es dar una modesta cobertura a la necesidad de entender mas claramente el comportamiento del fenómeno de subducción entre la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica en el tramo que representa el Estado de Oaxaca, altamente activo. En tal sentido se ha intentado presentar una compilación, ordenamiento y análisis inicial que pueda servir de base a más estudios sobre este tema apasionante de la sismicidad en México.

