

Sesión Especial

# **Redes de observatorios geofísicos**

Organizador:  
Carlos Valdés

SE08-1

## LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO: 30 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO

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

*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

vidalv@cicese.mx

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), cuyo propósito es el de registrar la sismicidad del noroeste de México, fue diseñada e iniciado su proceso de instalación en 1977. Con la ocurrencia del enjambre del sismo de Victoria del 9 de junio de 1980 (Mag. 6.1) se inició el registro efectivo de la sismicidad de la región. Actualmente RESNOM está formada por 10 estaciones de periodo corto (1 s), 4 de banda ancha (0.01 to 50 Hz) y una estación de periodo largo (15 s) y la transmisión de las señales sísmicas se realiza mediante un sistema combinado de enlaces de radio e Internet. Esto ha permitido establecer varios nodos o centros de recepción inspeccionados por un nodo central ubicado en la ciudad de Ensenada, Baja California. Por ejemplo, para registrar la sismicidad de la región La Paz – Los Cabos, el 9 de diciembre de 2006 instalamos una estación en La Paz, Baja California Sur. La información registrada por esta estación se recibe en el nodo de la Paz (ubicado en las instalaciones del CIBNOR) y de ahí se recupera en el nodo central en tiempo casi real. Una de las características en RESNOM ha sido el realizar desarrollos propios tanto en programación como en instrumentación. Estos desarrollos complementan a la instrumentación adquirida para la red (sismómetros, equipo de grabación). Un ejemplo, lo constituye la programación desarrollada en cada nodo (bajo el ambiente del sistema operativo Linux) para: la captura de datos (con base en cocientes STA/LTA) y la visualización de la señal en tiempo real. En lo que respecta a instrumentación estamos trabajando en incrementar el rango dinámico de las señales de periodo largo de 72 a 96 Db (12 a 16 bits), de ello discutiremos resultados. Con respecto a los productos obtenidos con el funcionamiento de la red podemos mencionar: i) boletines de información sísmica, catálogos, Reporte Sismológico (enfocado hacia un público general y autoridades de protección civil) y servicios de divulgación en sismología. Estos productos y servicios están disponibles en línea (<http://sismologia.cicese.mx/resnom>). ii) fuente de datos para trabajos de investigación; un ejemplo reciente es el envío de series de tiempo a un estudiante de postgrado de la Universidad del Sur de Florida, USA. iii) Acciones de cooperación nacional e internacional con otras instituciones para el intercambio de información. Con instituciones nacionales como el CENAPRED y el SSN, con las que hemos intercambiado catálogos y series de tiempo. Con instituciones internacionales como el ISC y el NEIC, a las que proporcionamos tiempos de arribo y boletines.

¿Hacia dónde vamos? i) Trabajar en el proceso de localización automática, ii) incrementar la cobertura geográfica del noroeste de México e iii) intercambiar en tiempo real series de tiempo con otras instituciones.

SE08-2

## LAS REDES SISMOLOGICAS DE BANDA ANCHA DE LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO (RESBAN Y NARS-BAJA), EXPERIENCIAS Y RESULTADOS

Castro Escamilla Raúl, Pérez Vertti Arturo, Mendoza Camberos Antonio y Inzunza Romero Luis

*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

raul@cicese.mx

Las primeras dos estaciones de la Red Sísmologica de Banda Ancha (RESBAN) se instalaron en 1995 en Bahía de los Ángeles, Baja California y en Guaymas, Sonora (Rebollar et al., 2001). Estas estaciones consisten de sismómetros Streckeisen STS-2 y grabadoras Reftek DAS 130. Actualmente esta red cuenta con ocho estaciones, la mayoría con sismógrafos Guralp y sensores 3ESP y 40T, distribuidas en Baja California norte, Sonora y Sinaloa.

Con el objeto de mejorar el monitoreo de la sismicidad del Golfo de California en 2002 el CICESE, la Universidad de Utrecht y el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) instalaron la red de sismógrafos de registro autónomo (NARS-Baja). Esta red consiste de 14 estaciones de banda ancha instaladas en ambos lados del Golfo de California (Trampert et al., 2003). Las estaciones de la red NARS-Baja están equipadas con sensores STS-2, grabadora, receptor de GPS y una laptop que controla la adquisición de datos y el tiempo. Las estaciones de esta red junto con las de RESBAN tienen un espaciamiento de entre 100 y 150 km. La distribución de las estaciones de estas dos redes de banda ancha ha permitido realizar diversos estudios relacionados con la estructura de la corteza y del manto superior, de la anisotropía sísmica y estudios de la fuente sísmica de eventos localizados en la región del Golfo de California (López-Pineda et al., 2006; Obrebski et al., 2006; Clayton et al., 2006; Zhang et al., 2007; Obrebski y Castro, 2008; van Benthem et al., 2008; Rodríguez-Lozoya et al., 2008).

En este trabajo describiremos las experiencias que hemos tenido durante la operación de estas redes y algunos de los resultados obtenidos.

Agradecimientos: La instalación y operación de red RESBAN se ha realizado gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos 37038-T y 48852, y al parcial financiamiento de la Universidad de Utrecht y de CALTECH. La operación y adquisición de datos de la red NARS-Baja ha sido posible gracias a Robert Clayton, Jeannot Trampert y Arie van Wettum.

SE08-3

## SISMICIDAD REGISTRADA POR LA RED DE SISMOGRAFOS DE FONDO OCEANICO (SCOOPA ) EN LA REGION SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO

Wong Ortega Víctor, Castro Escamilla Raúl, Huerta López Carlos y Mendoza Camberos Antonio

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

vwong@cicese.mx

El Golfo de California (GoC) es un límite de placas activo y geológicamente joven que liga las fallas transcurrentes del sistema San Andreas en California con el sistema de dispersión oceánico del Pacífico oriental. El GoC en México es uno de

los pocos lugares en el mundo donde es posible observar y monitorear estos procesos y la sismología de fuentes naturales es la manera más directa para estudiar estos procesos. Para monitorear la actividad sísmica en el GoC se instalaron en octubre de 2005 15 sismógrafos de fondo oceánico (OBS) en la región sur del GoC a través de un proyecto conjunto entre Columbia University, Woods Hole Oceanographic Institution y el CICESE. Los datos del arreglo de OBS, junto con las estaciones de la red NARS-Baja, se complementan y permitió monitorear y caracterizar la sismicidad a lo largo del borde de las placas tectónicas por un periodo de 12 meses. Por esta razón resulta importante integrar las bases de datos de la red NARS-Baja con la base de datos obtenidos con los OBS.

El estudio de la sismicidad permite evaluar la distribución de las fallas y el porcentaje de deformación de la región en extensión. Aunque la red NARS-Baja ha estado operando por cerca de 5 años y en este periodo ha registrado gran cantidad de sismos locales y regionales, no ha sido posible resolver problemas críticos que permitan entender el proceso de ruptura continental, debido a que esta red tiene estaciones alrededor del Golfo, pero no dentro del mismo. La localización y distribución de los OBS en el GoC permite obtener datos adecuados para estimar velocidad, discontinuidades y la estructura inelástica bajo la zona de dispersión del fondo oceánico. Cabe mencionar que el arreglo de OBS se diseñó para complementar las estaciones de la red NARS-Baja y por tanto ofrece una oportunidad única para realizar un estudio de sismicidad sin precedentes.

El análisis de la sismicidad se enfocará en entender procesos que ocurren en la corteza tales como los posibles mecanismos de concentración de esfuerzos, modos de extensión cortical y volcanismo.

Agradecimientos: Este proyecto recibe apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante el proyecto 62116. También agradecemos la participación de Arturo Pérez Vertti y de Luis Inzunza.

SE08-4

### RED SISMICA DEL NORESTE DE SONORA, MEXICO (RESNES), EXPERIENCIAS Y RESULTADOS

Castro Escamilla Raúl<sup>1</sup>, Huerta López Carlos<sup>1</sup>, Jacques Ayala César<sup>2</sup>, Hurtado Díaz Alejandro<sup>2</sup> y Inzunza Romero Luis<sup>1</sup>

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

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

raul@cicese.mx

La Red Sísmica del Noreste de Sonora (RESNES) se instaló entre 2001 y 2002 con el objeto de estudiar la sismicidad asociada con fallas activas localizadas en la margen oeste de la Sierra Madre Occidental. Estas fallas han generado sismos importantes, como el del 3 de mayo de 1887 de magnitud Mw=7.5. La red RESNES esta compuesta por 9 estaciones digitales de periodo corto que se extienden por cerca de 200 km hacia el sur, desde la frontera entre Arizona, Estados Unidos y Sonora, México. Las estaciones de la red son autónomas y registran tres componentes de aceleración mediante acelerómetros triaxiales internos de fuerzas balanceadas (EpiSensors). También registran en un cuarto canal la componente vertical de velocidad con un sensor L4C externo. Las grabadoras de las estaciones son Kinematics modelo K2 con ADC/DSP de 24 bits y un intervalo de muestreo de 200 muestras por segundo, con un rango dinámico de aproximadamente 129 dB. Los instrumentos están instalados

sobre bases de concreto y resguardados por cajas metálicas. El suministro de energía se realiza mediante celdas solares y el control de tiempo mediante un sistema de GPS.

En este trabajo describiremos las experiencias que hemos tenido durante la operación de la red y algunos de los resultados obtenidos.

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 Max Suter, Oscar Romero, Cristina Condori, Antonio Mendoza y Arturo Pérez Vertti.

SE08-5

### MASE: AN EXPERIENCE WITH BROADBAND SEISMIC TEMPORAL STATIONS

Pérez Campos Xyoli<sup>1</sup>, Iglesias Arturo<sup>1</sup>, Husker Allen<sup>1</sup>, Clayton Robert<sup>2</sup> y Pacheco Alvarado Javier<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Seismological Laboratory, California Institute of Technology

<sup>3</sup>Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica

xyoli@geofisica.unam.mx

The MesoAmerican Subduction Experiment (MASE) has involved the installation of 146 broadband temporal seismic stations, in two stages: 1) From December 2004 to June 2007 along a line of 100 stations from Acapulco, Gro., to Tempool, Ver., known as the MASE line; and 2) From June 2007 to June 2009 along a line of 46 stations from San Mateo del Mar, Oax., to Montepío, Ver., known as the VEOX line. Each station included a broadband seismometer Guralp CMG-3T and either a digitizer Reftek-130 or a Quanterra Q330. During the first experiment, 50 stations included a standard computer wireless radio that allowed for station networking and automatic transfer of data from the stations to the repository. The selection of the sites sometimes had to compromise good data quality for the safety of the equipment or line-of-site radio communication. The setup of the sites was designed to reduced temperature and pressure variations as well as cultural noise. During the operation period, we faced diverse problems such as hurricanes, floods, equipment failure, or vandalism. In addition, the software for the radio linked stations was still in the development phase when installed leading extended maintenance and at times poorer data quality. The objective of this work is to share with the community what we learned from this experience in order to improve in the future the design of portable stations, and guarantee a reliable set of data.

SE08-6

### ARCHIVING AND DISTRIBUTING DATA FROM SEISMIC NETWORKS

Clayton Robert<sup>1</sup>, Valdés González Carlos<sup>2</sup>, Pérez Santana  
Jesús<sup>3</sup>, Rodríguez Rasilla Iván<sup>3</sup> y Pérez Campos Xyoli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>California Institute of Technology, USA

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

<sup>3</sup>Servicio Sismológico Nacional

clay@gps.caltech.edu

The value of data recorded on temporary and permanent networks often extends far beyond the original intent. The key to ensuring that these data can be used to their maximum potential is to make them easily obtainable by researchers. In this paper, a simple system for archiving and serving seismic data is described. With the availability of cheap storage systems and high-speed networks, all the seismic data can be kept online with the data retrieval occurring in a matter of seconds. The system has been used to archive data from the recent MASE (Meso-America Subduction Experiment), VEOX (Veracruz-Oaxaca line), MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone) and NARS-Baja surveys, and from the permanent SSN (Servicio Sismológico Nacional) network. It is a simplified version of the system that has been used by the Southern California Seismic Network for the past decade.

SE08-7

### LA RED SÍSMICA DEL VALLE DE MÉXICO: MODERNIZACIÓN Y CRECIMIENTO

Quintanar Robles Luis, Jiménez Jiménez Zenón,  
Cárdenas Ramírez Arturo y Rodríguez Abreu Luis Edgar

Universidad Nacional Autónoma de México

luisq@ollin.geofisica.unam.mx

Creada en 1993, con el financiamiento del Departamento del Distrito Federal, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y manejada por el Instituto de Geofísica, la Red Sísmica del Valle de México (RSVM) fue originalmente planeada como una red sísmica local enfocada al registro de señales sísmicas de período corto provenientes de eventos (de cualquier tipo) originados dentro del Valle de México. La continuidad de operación de RSVM, así como su cobertura han permitido un monitoreo eficaz de la actividad sísmica del Valle de México y la determinación de epicentros con menor rango de incertidumbre permitiendo así la identificación de zonas precisas de actividad sísmica dentro del Valle de México. Asimismo se han hecho estudios de propagación de ondas, estimándose un valor del factor de calidad Q0 para la cuenca de México.

A partir de 2006, se comenzaron a sustituir los equipos existentes por instrumentos de banda ancha del tipo CMG-6TD, cuya respuesta frecuencial es plana desde los 0.03 Hz hasta los 100 Hz. Estos nuevos equipos han sido instalados en aquellos sitios ya identificados como de alta actividad. Es así que actualmente la red cuenta con 8 estaciones de nueva generación y 2 de período corto. Todas las señales son transmitidas en tiempo real (Internet, enlace telefónico o por Radio-Módem) al centro de detección y manejo de datos del Servicio Sismológico Nacional(SSN), en donde, además de ser almacenadas en una base de datos propia, son utilizadas como complemento de las

estaciones del SSN para su labor rutinaria de localización de eventos a nivel nacional.

Gracias a la homogeneidad y calibración de los instrumentos instalados, ha sido posible hacer análisis más detallados del tipo de mecanismos focales de eventos locales mediante la determinación de su tensor de momento sísmico. En particular, se han calculado direcciones del campo de esfuerzos para diferentes zonas de la Cuenca de México y se han correlacionado con la existencia de sistemas de fallas en la zona de estudio. Recientemente se ha comenzado a aplicar las técnicas de correlación del ruido entre pares de estaciones para la estimación de la estructura local.

Las perspectivas a futuro para la RSVM son el mejoramiento de la cobertura mediante su densificación, lo cual repercutirá en un mejor conocimiento de los efectos de sitio a nivel delegacional o municipal en la ciudad de México y zonas conurbadas, contribuyendo así a un enriquecimiento en la información del Atlas de Riesgo para la Cuenca de México.

SE08-8

### EL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: AVANCES Y RETOS PARA UN MONITOREO ADECUADO DE LA SISMICIDAD DE MÉXICO

Valdés González Carlos, Jiménez Cruz Casiano, Estrada  
Castillo Jorge, Pérez Santana Jesús, Cárdenas Monroy Caridad,  
Franco Sánchez Sara Ivonne, Quezada Reyes Aída, Yi Li Tan,  
Cárdenas Ramírez Arturo, Cruz Cervantes José Luis, Rodríguez  
Abreu Luis Edgar, Rodríguez Rasilla Iván y Yáñez Soto Alfredo

Instituto de Geofísica, UNAM

carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

En los últimos 3 años, el Servicio Sismológico Nacional (SSN), ha incrementado a 35 el número de estaciones de monitoreo sísmico en el país. Esta expansión, se ve manifiesta en mucho mejor cobertura sísmica en el Norte y Sur de México. Por ejemplo, hay 7 nuevas estaciones sísmicas al Norte de la latitud 24° y 3 más en el Estado de Chiapas, en donde sólo había una hace 2 años. Todas las estas estaciones del SSN, tienen instalados sensores de velocidad de banda ancha, en su mayoría STS-2, y acelerómetros triaxiales, también en 19 de ellas existen receptores GPS. La información es transmitida en tiempo real al SSN en la UNAM, principalmente vía enlaces satelitales, 6 por Internet y 2 por vía telefónica dedicada. A esta red vertebral, se le suma la Red Sísmica del Valle de México (RSVM), que consta de 10 estaciones de banda ancha en la zona metropolitana y conurbada y considera un incremento para el próximo años de una estación sismológica de banda ancha en cada una de las 16 Delegaciones Políticas de la Ciudad de México. La información de las estaciones sismológicas, es recibida por un sistema de detección Earthworm, el cual ha sido modificado para, además de realizar localizaciones en tiempos muy cortos, notificar desde la detección de un sismo por más de un cierto número de estaciones. Estas notificaciones, están siendo enviadas por diferentes medios, incluyendo teléfonos celulares, y nos encontramos en una etapa de calibración del sistema. También se han adecuado sistemas automáticos de cálculo de magnitudes con diversos métodos y cálculo del tensor de momento sísmico en forma rápida y automática.

El incremento de estaciones sísmicas y de mejoramiento en el sistema de detección, nos ha permitido incrementar el nivel de detección sísmica, ya que en los años, 2005 a 2007, detectamos 769, 971 y 1345 sismos en México y en lo que va del 2008 y hasta principios de agosto tenemos 1057 sismos detectados. Esto no

se debe necesariamente a un aumento en la sismicidad, sino a una mejor capacidad de detección.

Con la infraestructura antes mencionada, pretendemos alcanzar el objetivo principal del SSN, de proporcionar información oportuna sobre la ocurrencia de sismos en el territorio nacional y determinar sus principales parámetros como son la magnitud y el epicentro, así como mejorar la información necesaria para aumentar nuestra capacidad de evaluar y prevenir el riesgo sísmico y volcánico a nivel nacional.

SE08-9

### VESO (VIRTUAL EARTH-SUN OBSERVATORY) A 18 MESES DE OPERACIÓN

Cifuentes Nava Gerardo, Valdés Galicia José  
Francisco, González Esparza Américo, Lara  
Sánchez Alejandro y Hernández Quintero Esteban

*Instituto de Geofísica, UNAM*

gercifue@geofisica.unam.mx

VESO ([www.veso.unam.mx](http://www.veso.unam.mx)) es la contribución del Instituto de Geofísica de la UNAM a la celebración del Año Heliofísico Internacional (IHY). Este sitio representa la integración de datos en tiempo real de cuatro observatorios geofísicos que observan directa o indirectamente el fenómeno Tierra-Sol: el Radio Interferómetro Solar (RIS); el Radiotelescopio de Centelleo Interplanetario (MEXART); el Observatorio de Rayos Cósmicos (RC); y el Observatorio Magnético de Teoloyucan (TEO).

A más de 18 meses de operación (19 de febrero de 2007) se han llevado a cabo modificaciones sustanciales operativas y de diseño. En 2007 los formatos de data eran un reflejo directo del producto de estos cuatro sistemas, situación que generaba una gran cantidad de problemas operativos y de despliegue de información errónea; los gráficos de registro de 24 horas no siempre contenían información válida, principal reporte de dudas y comentarios por parte de los usuarios.

Durante 2008 las acciones se han enfocado a dos objetivos: (1) validación de la data de cada uno de los observatorios para la serie histórica conjunta en este sistema y la transformación de la base a metadata compatible con cualquier sistema de información virtual conectada a las redes de información científica; (2) diseño de nuevas aplicaciones bajo demanda para que el usuario pueda crear su propio panorama (producto) de observación del fenómeno Tierra-Sol de acuerdo a su orientación profesional y época de interés.

SE08-10

### OBSERVACIÓN GEOFÍSICA EN LA PORCIÓN SUR-ESTE DEL BLOQUE DE JALISCO

Reyes Dávila Gabriel A.<sup>1</sup>, Ramírez Ruíz Juan J.<sup>1</sup>, Bretón  
González Mauricio<sup>1</sup>, Varley Nick<sup>2</sup> y Navarro Ochoa Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de Estudios e Investigaciones  
de Vulcanología, Universidad de Colima

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

gard@uclm.mx

El estado de Colima se encuentra situado en la porción sur-este del Bloque de Jalisco, región donde se han registrado el

evento sísmico de mayor magnitud y la mayor erupción volcánica del siglo pasado en México.

Durante los últimos 25 años la Universidad de Colima ha desarrollado un importante esfuerzo para la observación de diversos parámetros geofísicos en relación a la tectónica y al volcanismo de la región, entre los que destacan el monitoreo sísmico, de la deformación, visual, precipitación pluvial, y de infrasonido. La instalación, operación y mantenimiento de las diversas redes de monitoreo han dejado una experiencia que se pretende compartir en parte mediante el presente trabajo.

SE08-11

### LA RED DE ACELERÓGRAFOS DE LA CIUDAD DE PUEBLA A NUEVE AÑOS DEL SISMO DE TEHUACÁN

González Pomposo Guillermo Jorge<sup>1</sup>, Alcántara Nolasco Leonardo<sup>2</sup>,  
Posada Sánchez Ana Elena<sup>1</sup>, Jiménez Barroso Janet<sup>1</sup>, Ruiz Gordillo  
Ana Laura<sup>2</sup>, Vázquez Miranda Eduardo<sup>2</sup> y Flores Alcalá Montserrat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

gugonzal@siu.buap.mx

El estudio de los sismos que afectan a la ciudad de Puebla permite generar políticas de prevención de desastres y aportar información para la toma de decisiones en la aplicación de planes de contingencia en zonas de alto riesgo sísmico con población vulnerable. La Ciudad de Puebla actualmente se considera como la cuarta ciudad más importante del país debido al desarrollo económico y crecimiento de su infraestructura; por su localización dentro de la regionalización sísmica de México y los antecedentes de daños causados por los sismos de gran magnitud como los del 19 y 20 de septiembre de 1985 y el del 15 de junio de 1999, la ciudad de Puebla se puede caracterizar como de alto riesgo sísmico. Esta razón genera que surja la Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla (RACP), siendo uno de sus principales objetivos el análisis y procesamiento de los datos que en ella se generan para la obtención de los Espectros de Fourier, así como evaluar los efectos directos e indirectos que se producen en el comportamiento de los suelos. A 21 años de su instalación la RACP esta integrada actualmente por 10 estaciones equipadas con acelerógrafos tipo DCA-333, ETNA Y GSR-12 y 16, cuyo mantenimiento y operación se realiza de manera conjunta entre el personal del Instituto de Ingeniería de la UNAM y de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Después del evento del 15 de junio se instalaron dos nuevas estaciones ubicadas en el Hospital San Alejandro (SAPP) y en la colonia Lomas del Mármol (LMPP), en el año 2004 dejaron de operar las estaciones CAPP localizada en la Central de Abastos y UAPP en los jardines de la facultad de Ingeniería de la BUAP. Cabe destacar que la aportación más importante que se ha dado a la sociedad con base en estos datos es la propuesta de Coeficientes Sísmicos para el diseño en el Reglamento de Construcciones del Municipio de Puebla, que fue aprobado en noviembre de 1999, por el H. Ayuntamiento de la Ciudad y que actualmente está incorporada en el Código Reglamentario del Municipio de Puebla. Posteriormente del evento del 15 de junio de 1999 no se han obtenidos registros de sismos que generen aceleraciones mayores a 10 gales. Actualmente la RACP ha instalado una nueva estación en los jardines de la Facultad de Economía de la BUAP, instrumentando esta zona para que los datos puedan apoyar el diseño sísmico de las futuras construcciones de la BUAP en ciudad universitaria de la ciudad de Puebla y contribuir en la prevención del riesgo sísmico de la región

SE08-12

### MONITOREO ACELEROGRAFICO DEL MUNICIPIO DE TEPEYANCO, TLAXCALA

González Pomposo Guillermo Jorge, Posada Sánchez Ana Elena, Jiménez Barroso Janet y Lumbreras Flores Jonathan

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*

gugonzal@siu.buap.mx

El estado de Tlaxcala por su cercanía con la zona de subducción del país presenta vulnerabilidad ante la presencia de sismos. Históricamente en el Estado se ha experimentado el efecto de aproximadamente cuarenta y cinco sismos locales. El municipio de Tepeyanco localizado al norte del estado, es considerado patrimonio cultural de la humanidad debido a que en el se ubican las ruinas de lo que fue un convento franciscano del siglo XVI y la iglesia de San Francisco que sufriera daños a consecuencia del sismo del 15 de junio de 1999. Debido a ello es necesario contar en este municipio con una herramienta de medición de los efectos sísmicos producidos en el suelo y en las estructuras que se encuentran ubicadas en la región. Por lo anterior se crea el proyecto de ampliación de la Red de Acelerógrafos de la Ciudad de Tlaxcala (RACT), que se ha mantenido operando desde su reactivación en el Parque Xicoténcatl (PXTT) a partir de junio de 2006. Esta ampliación consiste en la instalación de una nueva estación en el municipio de Tepeyanco, gracias a la participación de las autoridades de la presidencia de la localidad, cuya finalidad es contar con registros de aceleraciones producidas por sismos fuertes que contribuyan en gran medida a la creación de un sistema de mitigación del riesgo sísmico, brindando seguridad a las construcciones y a los habitantes.

Los objetivos que se pretende cubrir en este proyecto son:

- Monitorear continuamente la actividad sísmica de la región.
- Determinar el peligro sísmico del municipio de Tepeyanco
- Obtener registros acelerográficos de sismos locales y regionales.
- Analizar y procesar la información para obtener Espectros de Fourier.
- Obtener espectros de respuesta correspondientes al municipio de Tepeyanco.

La importancia del desarrollo en viviendas e infraestructura que existe en el municipio de Tepeyanco hace necesario que cuente con un equipo acelerográfico de monitoreo constante para disminuir el riesgo sísmico en la región del estado de Tlaxcala. Para ello se requiere contar con un grupo de trabajo capacitado que actualmente se integra con personal y estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, interesado en estudiar el efecto de este tipo de fenómeno

SE08-13

### LAS REDES DE OBSERVACIÓN SÍSMICAS Y VOLCÁNICAS DEL CENAPRED

Guevara Ortiz Enrique, Castelán Pescina Gilberto y Morquecho Zamarripa César

*Centro Nacional de Prevención de Desastres*

ego@cenapred.unam.mx

El Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, tiene entre sus atribuciones instrumentar y, en su caso, operar redes de detección, monitoreo, pronóstico y medición de riesgos, en cooperación con las dependencias y entidades responsables. En este sentido, actualmente el Centro cuenta con una Red de Observación Sísmica de Temblores Fuertes, sistemas de monitoreo de algunos volcanes activos de México como el Popocatepetl, el Chichón y el Citlaltépetl. Asimismo conjuntamente con la Universidad Nacional Autónoma de México y el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico AC. (CIRES) se trabaja en la integración de la Red Sísmica Mexicana.

La red de observación sísmica está conformada a su vez por dos subredes. La subred de atenuación cuenta con 5 estaciones acelerográficas uniformemente distribuidas entre México y Acapulco. El propósito fundamental de este sistema es el registro de temblores cercanos a la zona epicentral de Guerrero, y el estudio de las características de propagación de las ondas sísmica en su trayectoria hacia la ciudad de México. La red de la ciudad de México, está conformada por 11 estaciones acelerográficas y la red de la ciudad de México. La subred de la Ciudad de México consta de 12 estaciones. La distribución de estaciones se realizó con base en la zonificación geotécnica de la ciudad, acorde con el tipo de terreno por estudiar. Los objetivos principales de este sistema son el estudio de las características de las ondas sísmicas incidentes en el valle de México provenientes de la costa del Pacífico, y el comportamiento de terrenos diversos bajo excitación sísmica. Por esta razón, en la mayoría de las estaciones se instalaron no sólo acelerómetros en la superficie, sino también sensores triaxiales en pozos profundos a diferentes cotas. Las estaciones están comunicadas al puesto central de registro mediante enlaces de telemetría por radio.

Con relación a las redes de monitoreo volcánico, se cuenta con un completo sistema de vigilancia del volcán Popocatepetl, que incluye mediciones de sismicidad, deformación, monitoreo geoquímico, monitoreo visual, monitoreo térmico, etc. Cerca de 60 señales son recibidas en tiempo real en el puesto central de registro en el CENAPRED. El sistema, instalado en cooperación con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y la UNAM, ha brindado información importante para la toma de decisiones en materia de Protección Civil. Respecto al volcán Chichón y el Citlaltépetl, se cuenta con un sistema de monitoreo básico, conformado por estaciones sísmicas y algunas otras mediciones que realiza el CENAPRED. Estos sistemas son operados, en coordinación con la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y la Universidad Veracruzana.

En este trabajo se describen brevemente las diferentes redes sísmicas y volcánicas del CENAPRED y se hace referencia a las experiencias en la instalación y operación de las mismas.

SE08-14

### LA RED ACELEROGRÁFICA DE CAMPO LIBRE DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM. UNA VISIÓN ACTUAL

Alcántara Nolasco Leonardo, Almora Mata David, Torres Noguez Miguel, Vázquez Larquet Ricardo, Castro Parra Gerardo, Velasco Miranda Juan Manuel, Ayala Hernández Mauricio, Vázquez Miranda Eduardo, Ylizaliturri Rodríguez Jesús y Sandoval Gómez Héctor

*Instituto de Ingeniería, UNAM*

leonardo@pumas.ii.unam.mx

La infraestructura de registro sísmico, en campo libre, con que contaba el Instituto de Ingeniería de la UNAM hasta el 2005, se localizaba básicamente en la franja costera del Pacífico que va desde Caleta de Campos en Michoacán, hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca; así como en algunos sitios hacia el interior del continente en los estados de México, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Morelos y el Distrito Federal. Con el propósito de mejor dicha cobertura y contando con el apoyo del gobierno federal, se instalaron 35 nuevas estaciones como parte de los objetivos del proyecto vinculado con la integración de la Red Sísmica Mexicana, en el cual participa la UNAM por medio de los Institutos de Geofísica e Ingeniería, el Centro Nacional de Prevención de Desastres de la SEGOB y el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico A.C. La implementación de las nuevas estaciones se realizó principalmente en: la costa noroeste del Pacífico, en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, así como en algunas zonas de las regiones centro y oriente del país.

Hoy en día la mayoría de las estaciones no cuenta con un sistema que les permita la transmisión de datos en forma inmediata, por lo que la integración de los mismos no se realiza con la prontitud deseada. Para subsanar esta limitante se tiene considerado instalar sistemas de comunicación telefónica, celular, satelital, radio e internet en un importante número de estaciones. De hecho ya se han logrado implementar este tipo de tecnologías en estaciones ubicadas en las ciudades de Acapulco, Guadalajara, México y Puebla. Una etapa siguiente de este proyecto será la implementación de un sistema para la estimación de mapas de intensidad a nivel nacional como el que ya opera para el valle de México.

SE08-15

### ESFUERZOS INTERINSTITUCIONALES PARA LA AMPLIACIÓN DE LA RED SISMOLÓGICA NACIONAL EN CHIAPAS

Ramos Hernández Silvia

*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*

silviaramosh@gmail.com

La Región del Estado de Chiapas, produce anualmente una alta sismicidad, siendo considerada dentro de las zonas de alto riesgo del país, por lo que su población vive expuesta a la amenaza sísmica. Por ello, el Servicio Sismológico Nacional-Instituto de Geofísica de la UNAM junto con el Gobierno del Estado de Chiapas, la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y Protección Civil de Chiapas, han unido esfuerzos para conseguir que en nuestra entidad se cuente con una Red Sísmica de Banda Ancha. Es así como en este marco el SSN-UNAM, ha instalado equipamiento de Banda Ancha y transmisión satelital, mientras que las Estaciones Sismológicas se han construido

por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, además, esta Red se ampliará con las Estaciones Sismológicas de los Volcanes Chichón y Tacaná. Esta conjunción de esfuerzos, ha contribuido en gran medida a tener un mejor conocimiento de la actividad sísmica en la región. Esta colaboración permitirá en los dos siguientes años, crecer con dos estaciones de banda ancha en la zona norte y una más en la región Sierra, por lo que la entidad chiapaneca tendrá una densidad importante de estaciones para un mejor conocimiento de la distribución de la actividad sísmica, sus mecanismos focales, de profundidad, etc., lo cual generará información valiosa para los investigadores que estudian la sismología de Chiapas, para zonificar la vulnerabilidad de nuestra región por la actividad sísmica cuyos fines son la prevención y mitigación de la población por este riesgo.

SE08-16 CARTEL

### CALIBRACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Ramírez Ramos Erik Esteban, Vidal Villegas José Antonio,  
Orozco León Luis Raúl y Gálvez Valdéz Jesús Oscar

*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

erik\_ramirez\_1@hotmail.com

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es una red telemétrica que registra principalmente la actividad sísmica de la región norte de Baja California y la porción occidental del estado de Sonora, México. Esta red consta al presente (Julio, 2008) de 15 estaciones sísmicas: 10 de periodo corto, 4 de banda ancha y 1 de periodo largo. Cada estación está formada por un arreglo ortogonal de 3 sismómetros y etapas de amplificación, filtrado analógico, digitalización y acondicionamiento de las señales para su transmisión en formato digital. Con el propósito de saber si la instrumentación de la red está funcionando en forma correcta, llevamos a cabo su calibración. Para ello aplicamos periódicamente funciones escalón a las estaciones sísmicas, a través de la bobina de calibración de los sismómetros. Las señales de respuesta de cada estación son enviadas, vía telemetría, al centro de procesamiento ubicado en la ciudad de Ensenada, Baja California. Con el uso de las señales de calibración y de respuesta, en combinación con un programa desarrollado en el ambiente de Matlab, obtuvimos las funciones de respuesta en frecuencia (curvas de amplitud y fase). En el procesamiento de las señales hicimos uso de la transformada rápida de Fourier para el cálculo de espectros y consideramos que las estaciones sísmicas son sistemas lineales invariantes con el tiempo. Al presente hemos realizado la calibración de 9 estaciones de periodo corto. Las curvas experimentales las hemos cotejado con las curvas teóricas (obtenidas con el uso de las especificaciones del fabricante). A partir de esta comparación, hemos observado que las curvas de respuesta en amplitud de 7 estaciones (habilitadas con sismómetros Teledyne S-500) son similares. Las diferencias en amplitud son del orden de 1.25 veces mayor la experimental a la teórica. Sin embargo, hay 2 estaciones (habilitadas con sismómetros Mark L-4C) en que las diferencias en amplitud son del orden de 7.8 y 6.0 veces menor la experimental a la teórica. A partir de las curvas experimentales, el siguiente paso es determinar la función de transferencia de las estaciones mediante el cálculo de los polos y ceros. Con ello podremos corregir, en forma sistemática, los sismogramas por el efecto de instrumento. Por otro lado, estamos en proceso de calibrar la instrumentación de banda ancha la cual, a diferencia de la instrumentación de periodo corto, presenta ciertos retos para su calibración. Los resultados que obtengamos los discutiremos en la presentación.

SE08-17 CARTEL

**SISTEMA DE SOFTWARE PARA LA ADQUISICIÓN  
DE DATOS DE INSTRUMENTOS PROGRAMABLES  
Y TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN A LOS  
CENTROS DE ANÁLISIS DE MANERA AUTOMÁTICA,  
UTILIZADA EN LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR**

Rodríguez Rasilla Iván  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
ivan@ssn.ssn.unam.mx

La medición de parámetros ambientales en lugares alejados de los centros de análisis, siempre se han enfrentado a la problemática de transmitir la información medida; las soluciones que encontramos en el mercado, pueden ser tan caras o baratas según las necesidades del usuario, si es un gran volumen de información, si lo necesita en tiempo real o si es muy alta la frecuencia del muestreo. Las soluciones van desde almacenar la información, hasta el uso de satélites de comunicación, para el envío de la información. Actualmente en las Universidades existe la necesidad de transmitir la información que generan estaciones de monitoreo de una amplia gama de instrumentos, desde las estaciones meteorológicas, hasta instrumentos que forman parte de sistemas operativos de fundamental importancia (Servicio Sismológico Nacional, Centro Nacional de Prevención de Desastres, etc.), pero por otro lado, los presupuestos tienden a reducirse considerablemente o convertirse en un severo obstáculo para el funcionamiento óptimo de estos sistemas.

De ahí la necesidad de contar con una herramienta en software, que permita la configuración y adquisición de la información proporcionada por estos instrumentos de manera automática, así como también enviar esta información a través de un medio de comunicación a los centros de análisis.

Por lo tanto se desarrolló un sistema de software para el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM, que permite la configuración de instrumentos de adquisición utilizando el lenguaje de programación estándar para instrumentos programables (SCPI). Además, es posible obtener los datos de manera automática desde el instrumento de adquisición y ser enviados inmediatamente por medio de un canal de comunicación (por ejemplo Internet), hacia el servidor de almacenamiento instalado en el Observatorio, donde se captura y organiza la información automáticamente por el mismo software.