

Sesión Especial

Paleoseismology, seismic and tsunami hazard

Organizadores:

Maria Teresa Ramírez-Herrera

Néstor Corona

Marcelo Lagos

SE09-1

ANÁLISIS DE DESLIZAMIENTOS SUBMARINOS EN ZONAS VOLCÁNICAS EN EL GOLFO DE MÉXICO, ÁREA CHICONQUIACO PALMA SOLA-LAGUNA VERDE, VERACRUZ MÉXICO. IMPLICACIONES DE TSUNAMIS POR DESLIZAMIENTO.

Ledesma Herrera Karina¹, García Tenorio Felipe² y Jacobo Albarrán Jorge¹¹Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
celtakarina@hotmail.com

La mayoría de los márgenes continentales alrededor de los océanos en el mundo muestran taludes, en los cuáles muchos de ellos están sujetos a inestabilidad por deslizamiento en masa. La Cuenca del Golfo de México es una cuenca compleja, modificada por sedimentación clástica, por inestabilidad debido a grandes masas de sal y a la formación de fallamiento sindeposicional muy activo (fallas de crecimiento) y porque intercepta con provincias volcánicas activas como el Cinturón Volcánico Transmexicano. Un deslizamiento submarino puede originarse por colapso de talud relacionado a sismos o a colapso de volcanes costeros y puede causar un tsunami, varios tsunamis históricos por deslizamiento marino relacionados a sismos como Cuyutlán, Gran Banks y Papua New Guinea, originaron olas de más de 10 metros de alto. En el Golfo de México tsunamis por deslizamientos volcánicos (en el Plió-Pleistoceno) fueron reportados en los Tuxtles Veracruz (Ledesma Herrera, 2012; García Tenorio, 2013.). En el presente trabajo se hace un análisis por deslizamientos submarino en el talud, en las costas entre la desembocadura del río Tecolutla y Chiconquiaco Palma Sola-Laguna Verde por medio de batimetría y de un pozo profundo de PEMEX. Esta área es una región de talud continental con una pendiente suave desde la isobata 20 a 90m y con una pendiente más fuerte desde la isobata 100m hasta la isobata 2800 m. La zona es volcánica, y sedimentaria, con volcanes con actividades desde el Mioceno Medio, Plioceno y Plió-Pleistoceno Tardío, con hidrotermalismo activo en la planicie costera, con fallamiento normal y lateral, diques volcánicos y es sísmicamente activa con sismos de entre 3, 4.4 y 5.5 grados Richter en el área marina, y con sismos históricos de 7.3 (Orizaba) y 6.4 (sismo de Jalapa) en la planicie costera. No obstante evidencias de deslizamientos submarinos relacionados con vulcanismo se presentan en este estudio. Day et al (2005) en el landslide submarino y subsecuente tsunami en el volcán Ritter (1888), describió que una avalancha de escombros al entrar al mar se transforma con la distancia en facie rica en bloques después a facies distales de flujos de escombros con matriz rica en sedimentos marinos. Evidencias de este tipo de depósitos se exponen en el área y han sido reportados en un pozo profundo de PEMEX, donde alternancia de material volcánico esta intercalado con sedimentos marinos y con brechas volcánicas con matriz de sedimentos marinos. Los depósitos pueden representar evidencias de un deslizamiento submarino asociado al colapso de un área volcánica y lo cual sugiere también la probable ocurrencia de un tsunami por deslizamiento. Actualmente un deslizamiento en la zona afectaría la planta nuclear de Laguna Verde y una zona costera alrededor de Chiconquiaco Palma Sola, Tecolutla y ciudades como Veracruz.

SE09-2

NECESIDADES DE INVESTIGACION PARA IDENTIFICAR POSIBLES EVIDENCIAS DE TSUNAMIS Y SU IMPACTO EN LA COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO

Ramos Hernández Silvia, Castillejos Toledo Blanca Yareli,
García Orozco Brenda y Ramírez Herrera María Teresa
Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio
Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviaramoshernandez34@gmail.com

La región Costa de Chiapas, se encuentra expuesta a las zonas de subducción de la Placa de Cocos, por lo que es una región de alta actividad sísmica en el extenso litoral de aproximadamente 260 km, con alto riesgo de ocurrencia de tsunamis. No obstante este peligro, no se conocen evidencias de estos fenómenos y tomando en consideración que la mayor parte del poblamiento de comunidades asentadas a lo largo de la línea costera tienen menos de 70 años es que en la memoria histórica de población no se conocen los antecedentes de este fenómeno y por tanto desconoce mucho su peligrosidad. Ante ello, se han comenzado a realizar investigaciones en algunas comunidades costeras de Tonalá y Pijijiapan, por lo que se han efectuado excavaciones o pozos, para caracterizar los depósitos ahí encontrados. A la fecha se han concluido ya dos tesis de investigación cuyo propósito es realizar caracterizaciones físicas y químicas de estratos en pozos entre 1 y 3 mt de profundidad. Ante el peligro latente de actividad sísmica en las costas de Chiapas es fundamental no solamente la investigación de este fenómeno en la costa, sino también coadyuvar en la población costera, promoviendo a través de la capacitación, aprendizaje, conocimiento, preparación, mitigación y resiliencia de comunidades costeras ante este fenómeno.

SE09-3

HISTORIA Y REGISTRO SEDIMENTARIO DE TERREMOTOS Y SUS TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE OAXACA Y GUERRERO.

Cruz Alaide Selene y Ramírez Herrera María Teresa
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
ama_rmg@yahoo.com.mx

Las evidencias paleo-ambientales de cambios en el nivel de la costa y evidencias históricas y sedimentarias proporcionan información en la evaluación de sismos y tsunamis. Este estudio tiene como objetivo la búsqueda de evidencias histórico-sedimentarias de sismos por sus tsunamis en las costas de México de los grandes eventos sísmicos, con énfasis en aquellos que hayan producido tsunamis, utilizando datos históricos recopilados de informes técnicos, científicos, fuentes hemerográficas y archivos. La costa del Pacífico Mexicano es tectónicamente activa, donde en tiempos históricos se han presentado terremotos, algunos de estos acompañados de tsunamis, de magnitudes mayores o iguales a 6.5 (Ms ? 6.5). Los sismos históricos estudiados incluyen el periodo de 1573 al 2012. Las costas de Oaxaca y Guerrero, documentan eventos desde 1573. Por lo menos 27 sismos de magnitudes Ms ? 6.5 han producido tsunamis en las costas de Guerrero mientras que en las costas de Oaxaca se reportan siete grandes sismos con tsunamis cuyas magnitudes fueron superiores a Ms>6.5. La escasez de evidencias históricas se debe a que estas zonas eran poco pobladas. Los estudios de evidencias sedimentarias realizadas al norte de la costa de Oaxaca proponen cambios repentinos de ambientes tanto terrestres y marinos. Se realizaron tres pozos exploratorios dos en marismas (SIX- 018 y SIX- 022) y uno entre cordones litorales (SIX- 021), donde se pudieron observar cambios abruptos en la sedimentación. En el pozo SIX-018 se obtuvo un testigo de 92 cm, en el pozo SIX-021 un núcleo de 97 cm y en el sitio SIX-022 un núcleo de 84 cm. Se obtuvieron resultados sobre la estratigrafía, granulometría, susceptibilidad magnética y anisotropía de la susceptibilidad magnética y micropaleontología. El análisis de datos históricos y la búsqueda de evidencias sedimentarias permitirán responder a las preguntas ¿Se resguardan las evidencias sedimentarias de sismos y tsunamis en estas costas? ¿Cuáles fueron los terremotos y tsunamis más intensos que se originaron en la zona de estudio basándose en datos históricos documentados? ¿Cuándo ocurrieron estos eventos? ¿qué frecuencia tuvieron estos eventos?

SE09-4

TSUNAMIGENIC EARTHQUAKES IN THE JALISCO-COLIMA COAST (MEXICO), THE HISTORIC RECORD AND BEYOND

Castillo Rocío y Ramírez Herrera María Teresa
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
rocasaja@yahoo.com

The complexity of tectonic setting where Rivera and Cocos plates interact with the North American plate, convergence rates increase from northwest to southeast, and earthquakes M>6.5 and at least two large well-documented tsunamigenic earthquakes (3/Jun/1932 and 22/Jun/1932) motivated this study. The Jalisco-Colima section of the Mexican Pacific Coast has been sparsely populated as a result of Spanish colonialism which involved the virtually extermination of indigenous population. Since the 17th century, the Spanish Crown ordered the relocation of coastal populations as a strategy against the pirates' assaults on coastal towns. Consequently, historical data (from archives and newspapers) is poor. Thorough analysis of original documents gathered from different repositories showed that the largest earthquake reported since the Spanish conquest, occurred on June 3rd 1932 (M=8.2) which also generated the largest tsunami on this coast. This tsunami reached as far as Hilo (Hawaii) where it was measured instrumentally, penetrated 8 km in the Tomatlan river valley and was observed in the Pacific coast between Mazatlan (Sinaloa) and Zihuatanejo (Guerrero). However, the historic time window is not enough to determine the tsunamigenic potential of large earthquakes that occurred beyond this time frame, therefore paleoseismology and paleo-tsunami studies have been conducted in order to find geologic evidence of great earthquakes. A multi-proxy method is being applied to identify ancient earthquakes and tsunami deposits. Preliminary results are presented here highlighting the tropical environment as a major challenge for deposit preservation.

SE09-5

DESENTERRANDO SISMOS Y SUS TSUNAMIS UTILIZANDO MÚLTIPLES PROXIES - EL EVENTO DEL 22 DE JUNIO DE 1932 Y UN PROBABLE PREDECESOR DEL SIGLO 14 EN LA COSTA DEL PACÍFICO DE MÉXICO

Ramírez Herrera María Teresa¹, Corona Morales Néstor², Lagos Marcelo³, ?erny Jan⁴, Gogichaishvili Avto⁵, Machain María Luisa⁶, Carranza-Edwards Arturo⁷, Chagué-Goff Catherine⁸, Goff James⁹, Zawadzki Atun¹ y Jacobsen Geraldine¹

¹UNAM, Instituto de Geografía & Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental

²Centro de Estudios en Geografía Humana, El Colegio de Michoacán, COLMICH

³Laboratorio de Investigación de Tsunamis, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

⁴Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Czech Republic and Institute of Geology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic

⁵Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

⁶Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁷School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales, Sydney, Australia
tramirez@igg.unam.mx

Los depósitos de tsunami ha sido ampliamente estudiados en latitudes templadas, pero las dificultades intrínsecas asociadas a ambientes costeros tropicales, y la intensidad de la bioturbación en estos hábitats limitan las posibilidades de análisis de estas formaciones. Aquí investigamos los depósitos en la costa de Colima, México, paralela a la subducción de las placas Rivera y Cocos, con el fin de reconstruir la historia de inundación por tsunami y el peligro asociado. Desarrollamos un estudio multi-proxy dirigido a reconocer y fechar depósitos históricos y paleotsunamis, incluyendo datos históricos sobre los efectos de un tsunami conocido, cartografía geomorfológica, estratigrafía, tamaño de grano, contenido de materia orgánica, diatomeas, composición geoquímica, susceptibilidad magnética y la anisotropía magnética de la susceptibilidad, junto con la datación radiométrica (210Pb y 14C). Se identificaron dos probables depósitos de tsunami en el estuario Palo Verde incluyendo un evento histórico asociado con el sismo Mw 6.9 del 22 de junio de 1932 y un palaeotsunami probablemente generado por un evento similar en el siglo 14. Este trabajo muestra que el método multi-proxy hace posible identificar tanto depósitos de eventos históricos como paleotsunamis en el entorno tropical de la costa del Pacífico de México. Estos datos servirán para mejorar nuestra comprensión de los depósitos de tsunami en ambientes tropicales y del riesgo regional por tsunami.

SE09-6

MODELO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICIOS A LOS EFECTOS DE TSUNAMIS. CASO ESTUDIO: CUYUTLÁN, COLIMA.

Corona Morales Néstor¹ y Ramírez Herrera María Teresa²

¹Centro de Estudios en Geografía Humana, El Colegio de Michoacán, COLMICH

²Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía, UNAM
corona@colmich.edu.mx

Los desastres ocasionados por tsunamis en la última década revelan la urgente necesidad de desarrollar herramientas diagnósticas que permitan desarrollar medidas que disminuyan los niveles de vulnerabilidad de las comunidades costeras a tsunamis. En este sentido, se requieren análisis y diagnósticos capaces de proveer información a los gestores de desastres mejor preparados para situaciones de emergencia. En esta investigación se propone un método para evaluar el potencial nivel de daños de las construcciones frente a la fuerza hidrodinámica producida por inundaciones generadas por tsunamis. Se plantea partir con la identificación del peor escenario afectación por tsunamis en las áreas de interés (basados en datos históricos o modelos probabilísticos de condiciones sismo-tectónicas). Mediante modelación numérica simular el proceso de generación y propagación de tsunamis con el objetivo de identificar el patrón de distribución de las alturas máximas de inundación en las áreas afectadas, así como la máxima velocidad del flujo al penetrar la costa; con estos parámetros, y el empleo de métodos de álgebra de mapas, determinar la distribución espacial fuerza hidrodinámica. Por otro lado, se plantea realizar la caracterización de las edificaciones en base a sus materiales de construcción y estado de conservación; a partir de estas características, determinar los límites de resistencia a la fuerza hidrodinámica por cada tipo de edificio. Mediante el empleo del método de sobre-posición espacial, determinar la cantidad de fuerza hidrodinámica a la que estaría expuesta cada edificación y determinar un potencial nivel de afectación que podría sufrir al estar expuesto a esta fuerza. Este método fue aplicado en el pueblo de Cuyutlán, Colima, dado que en 1932 fue destruido por uno de los tsunamis de mayor magnitud que se han registrado en las costas del Pacífico Mexicano. Los resultados mostraron que cerca el 84% de las edificaciones sufrirían algún nivel de afectación. Esto implica que el 74% de los edificios empleados para uso habitacional sufrirían niveles de daño medio, que prácticamente todos los edificios empleados para actividades religiosas sufrirían serios daños, la gran mayoría de las construcciones empleadas para telecomunicaciones sería severamente afectadas, entre otros. El método aquí planteado supone una contribución en los esfuerzos por determinar los niveles de vulnerabilidad a tsunamis, si bien, no incluye todos los parámetros que implica el fenómeno del tsunami, como transporte y proyección de proyectiles (autos, restos de construcciones, materiales de desechos, rocas, arena, materiales en suspensión,

entre otros), plantea un modelo relativamente fácil de replicar para hacer valoración general de los daños que podría ocasionar en las edificaciones.

SE09-7

ESCENARIOS DE RIESGO DE TSUNAMI EN EL NORTE DE CHILE

Lagos Marcelo¹, Schmauck Franz², Carvalho Laís³, Lillo Iván¹ y Quense Jorge¹

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Laboratorio de Investigación de Tsunami

²Oficina Nacional de Emergencia Región de Arica y Parinacota

³Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología
mlagoslo@uc.cl

El 1 de abril de 2014, el terremoto de Iquique magnitud Mw 8.2, generó un tsunami menor que afectó las costas cercanas a la zona de ruptura. El terremoto liberó parte del presupuesto energético acumulado en la calma sísmica del norte de Chile y sur del Perú; confirmando la permanente amenaza de tsunami en una región con un pasado de grandes y destructivos tsunamis. Ante la posibilidad de activación de parte o todo el segmento que no se ha desplazado en la zona de contacto entre la placa de Nazca y Sudamericana, se proponen potenciales escenarios de peligro de tsunami, estimando mediante técnicas de modelación numérica, áreas de inundación, parámetros hidrodinámicos máximos y tiempos de arribo de tsunami; como inputs para evaluar exposición y vulnerabilidad de la población. Los resultados se aplican en la ciudad de Arica, Chile, como información de base para proponer medidas de mitigación, desarrollar planes de respuesta efectivos y manejar adecuadamente potenciales emergencias, disminuyendo el riesgo de desastre por tsunami.

SE09-8

PERCEPCIÓN DE RIESGO DE TSUNAMI EN LA CALMA SÍSMICA DEL NORTE DE CHILE: ¿COMUNIDADES PREPARADAS O ILUSIÓN DE INVULNERABILIDAD?

Carvalho Laís¹, Lagos Marcelo² y Schmauck Franz³

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología

²Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Laboratorio de Investigación de Tsunami

³Oficina Nacional de Emergencia Región de Arica y Parinacota
lcarvalho@uc.cl

El riesgo de tsunamis es permanente en las costas de Chile. Recurrentes terremotos de gran magnitud son su principal causa. Independiente de ello, las poblaciones costeras y el Estado de Chile, históricamente han subestimado el peligro de tsunami, incrementando la exposición de las comunidades, con localización de viviendas e infraestructura crítica en áreas potencialmente inundables. Considerando que por décadas el norte de Chile está a la espera de un terremoto generador de un gran tsunami, se podría asumir que estas comunidades están familiarizadas con este riesgo. Sin embargo, el conocer no necesariamente conduce a conductas de prevención. En esta investigación planteamos como hipótesis, que la familiaridad con el tema tsunami sumado a la falta de tsunamis frecuentes o la ocurrencia de tsunamis no peligrosos para las personas (Ej. tsunami del 1 de abril de 2014), podrían, conducir a respuestas adaptativas eliminadoras del peligro, tales como optimismo no realista y resistencia, formándose un sistema de actitudes que podría disminuir la percepción del riesgo. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la percepción de riesgo de tsunami en la ciudad de Arica, representativa por su pasado de grandes terremotos en el norte de Chile. La metodología utilizada consistió en la aplicación de encuestas personales estructuradas en 66 afirmaciones dicotómicas divididas en tres ejes de evaluación: cognición, afecto y comportamiento. Considerando el total de 66.971 habitantes de sectores bajo la altitud 30 m, el tamaño de muestra de 382 encuestas garantizó un nivel de confianza de 95%. Los participantes fueron seleccionados aleatoriamente en dos fases realizadas en marzo de 2014, con encuestas en terreno puerta a puerta y en formato digital, ambas con difusión en el periódico local. La interpretación general del total de encuestas realizadas permite afirmar que existe conocimiento de temas relacionados con el riesgo de tsunami, sin embargo, este conocimiento incluye una proporción de ilusión de invulnerabilidad. Se debe considerar que el evento del 1 de abril de 2014, podría haber influenciado esta ilusión, ya que el terremoto magnitud Mw 8.2, no generó un tsunami destructivo para los habitantes. A nivel afectivo la población se encuentra vinculada al lugar donde vive, lo que les permite aceptar el riesgo percibido cognitivamente. Las conductas auto reportadas confirman apenas en parte el conocimiento del riesgo, demostrando una necesidad de fortalecer la preparación para la prevención de potenciales emergencias. Al respecto, se destaca la valoración asignada por la muestra a acciones educativas y sociales como modos de conocer, prevenir y responder a la emergencia, en una necesidad latente auto-reportada de aprender. Como conclusión, confirmamos que la familiaridad con el tema tsunami sumado a la falta de eventos peligrosos frecuentes, puede conducir a un sentimiento de invulnerabilidad de la población, el cual debe ser trabajado desde los potenciales diagnosticados en la relación de dicha población con su ambiente, de modo de fortalecerla en la convivencia con el riesgo de tsunami.

SE09-9

CLASIFICACIÓN DE TSUNAMIS MARINOS EMPLEANDO UNA ESCALA NOMINAL

Reyes Hernández Francisco¹ y Salas de León David Alberto²¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
nezatlense@live.com.mx

En la actualidad, el desconcierto de gran parte de la población cuando se entera de la vigencia de una alerta internacional de tsunami resulta evidente. La comunicación empleando las nuevas tecnologías de la información (por ejemplo las redes sociales) son un factor que fomenta las especulaciones de escenarios extremos confusos, tanto de pánico como de indiferencia. Para que los integrantes de una comunidad logren entender los escenarios probables ante este riesgo (y puedan actuar de manera asertiva cuando la situación lo amerite), se propone condensar la información de algunos tsunamis que ya ocurrieron. Por ello se sugiere el empleo de una escala nominal para tsunamis marinos (y su zona litoral), considerando cinco niveles: 1. Microtsunamis, 2. Minitunamis, 3. Mesotsunamis, 4. Macrotunamis y los eventos mayores 5. Megatsunamis. Además se toman en cuenta dos factores: la fuente generadora del tsunami (detonador) y la zona de influencia donde se logró registrar el evento: puntual, contigua, vecinal, interoceánica y transoceánica. Los tsunamis elegidos se presentan en dos grupos: Si el detonador es de origen sísmico se incluyen los procesos del 11 de marzo de 2011 (Japón), 27 de febrero de 2010 (Chile), 12 de enero de 2010 (Haití), 26 de diciembre de 2004 (Indonesia), 9 de octubre de 1995 (México) y del 22 de mayo de 1960 (Chile). Para tsunamis cuya fuente generadora no es la actividad sísmica se consideran los eventos Soufrière Hills en 2003 (Montserrat), Fatu Hiva en 1999 (Polinesia Francesa), Puerto Morelos en 1993 (México), Lituya Bay en 1958 (Alaska), Krakatoa en 1883 (Indonesia) y Chicxulub en límite geológico Cretácico – Paleógeno.

SE09-10

THE RIVER NETWORK - A TOOL TO IDENTIFY ACTIVE TECTONICS ON THE FOREARC REGION OF THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE, SOUTHWEST MEXICO

Gaidzik Krzysztof¹, Ramírez Herrera María Teresa¹, Kostoglodov Vladimir¹ y Basili Roberto²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Palermo
gaidzik@igg.unam.mx

Rivers, their profiles and network reflect the integration of multiple processes and forces that are part of the fundamental controls on the relief structure in tectonically active mountain regions. Currently, most studies use river channel and basin morphometric indices to determine tectonic activity of mountain fronts, however only few combine these geomorphic data with structural analysis. Thus, the motivation of this study is to understand active tectonic processes in the forearc region of subduction zones, by distinguishing evidence of active deformation using the river network and topography, and correlating them with results of structural analysis. Our study focused on fifteen drainage basins on the mountain front between Zihuatanejo and Acapulco, parallel to the Guerrero sector of the Cocos plate subduction zone. Previous studies have analyzed regional and local faults in this region, but have not attempted to determine their recent activity. Our results suggest that the drainage pattern within the studied area is strongly controlled by tectonic features, whereas lithology is only a subordinate factor, with only one exception. Generally, major rivers flow from north to south, mainly through NE-SW and NNE-SSW normal faults and/or sub-longitudinal dextral (also locally sinistral) strike-slip faults. In the central and eastern part of the studied area, rivers also follow NW-SE structures, which are generally normal or sinistral strike-slip faults (rarely reverse). In most cases, local deflections of the river main courses are related to sub-latitudinal strike-slip faults, both dextral and sinistral. Our analysis suggests that sub-latitudinal left lateral strike-slip faults are probably active because they are offsetting the main stream courses of the largest river basins. The small number of focal mechanisms associated to these faults is not an indication of absence of activity. Therefore we hypothesize that these faults are probably active, perhaps either experiencing slow events or associated fault creep, or they have a long earthquake recurrence beyond the instrumental record. Further studies are needed to confirm this hypothesis.

SE09-11

PAISAJE SISMICO EN TEREMENDO, MICHOACAN Y SU RELACION CON LA SISMICIDAD EN EL SISTEMA DE FALLAS MORELIA – ACAMBAY

Soria Caballero Diana Cinthia¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²UMSNH
dianscc@hotmail.com

La zona de Teremendo se ubica en el municipio de Coeneo, 30 km al noroeste de la ciudad de Morelia en el estado de Michoacán. Su formación está relacionada con los pulsos de actividad volcánica del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano

desde épocas miocénicas y especialmente con la última fase de vulcanismo que conformó el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato. Adicionalmente, esta zona es afectada por tres familias de fallas de direcciones E-O, NW-SE y NE-SW, las últimas dos familias pertenecen a fallas heredadas por la tectónica Basin and Range, mientras que la primera se relaciona al Sistema de Fallas Morelia-Acambay, cuyo régimen de esfuerzos se estableció durante el Plioceno y continúa hasta la actualidad, manifestado como una deformación transtensiva con un componente de deslizamiento lateral izquierdo. Para algunas de las fallas en la zona norte del estado de Michoacán se han calculado índices de deslizamiento de 0.01 hasta 0.5 mm al año, mientras que los índices de recurrencia caen en el orden de 103 y 104 años. A pesar de la actividad sísmica histórica del SFMA, son muy escasos los registros de eventos sísmicos hacia la zona de Teremendo, pero estudios recientes sugieren que los segmentos que conforman el SFMA tienen una potencialidad sísmica a considerar. El relieve del área de Teremendo es una expresión de vulcanismo efusivo y explosivo y muestra estructuras construidas mediante episodios sucesivos de esta actividad en depósitos de materiales de tipo andesíticos, basálticos y dacítico-riolíticos, intercalados con paleosuelos. Los cambios en la altitud del relieve son un reflejo de la acumulación de material volcánico sobre las planicies lacustres del paleolago de Cuitzeo y el posterior basculamiento de bloques por actividad del SFMA. El desarrollo moderado del drenaje y la apariencia poco suavizada del relieve, indica poco intemperismo y geformas relativamente recientes, concordando con la edad asignada para esta zona del Neógeno al Reciente. La influencia del SFMA sobre el paisaje se refleja en la alineación del emplazamiento de los materiales volcánicos, la modificación del drenaje (alineamiento de cauces, canales decapitados), el alargamiento de las geformas en dirección de la máxima extensión, formación de valles colgantes, así como de altos y bajos estructurales (horst-graben), entre otros. El trabajo paleosísmico realizado en uno de estos segmentos sugiere una actividad constante desde épocas pleistocénicas, afectando inclusive secuencias de suelo actuales. A escala regional se ha relacionado con el colapso de la cima de un volcán semiescudo y el desplazamiento del cráter de un volcán tipo maar en la zona.

SE09-12

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DE RASGOS SUPERFICIALES ASOCIADOS A FALLAS ACTIVAS EN EL GRABEN DE ACAMBAY

Arango Galván Claudia¹, Lacan Pierre² y Sánchez Ramos Sergio³¹Instituto de Geofísica, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM³Facultad de Ingeniería, UNAM
claudiar@geofisica.unam.mx

El graben de Acambay (Estado de México) ha sido objeto de estudio desde que en sus inmediaciones se generó un sismo de magnitud 6.9 el 19 de noviembre de 1912, causando innumerables pérdidas. En fechas recientes, se han retomado los trabajos para determinar el potencial sismogénico de las fallas que lo conforman, incluyendo estudios de exploración geofísica. En este contexto se presenta este estudio, cuya intención es mostrar la aplicabilidad de las técnicas eléctricas y electromagnéticas someras para caracterizar la variación de la resistividad eléctrica asociada a la presencia de discontinuidades superficiales. En una de las localidades seleccionadas, en donde posteriormente se planea realizar la excavación de una trinchera paleosismológica, se implementó una prospección con el método electromagnético de bajo número de inducción (EMI), con una separación entre bobinas de 2 y 4 m respectivamente. El objetivo primordial fue caracterizar la parte más superficial del subsuelo y evaluar la continuidad de una grieta reportada durante la verificación de daños en las inmediaciones de la zona por la ocurrencia del sismo mencionado. Gracias a los resultados obtenidos, se observó la presencia de una discontinuidad lateral, tanto en los mapas de conductividad aparente como en los mapas de la componente en fase. Dichos resultados sugieren que la traza de la falla buscada se encuentra desplazada unas decenas de metros en comparación a lo reportado previamente. En la segunda localidad, se implementó una línea de tomografía de resistividad eléctrica (ERT) con una apertura de 2 m entre electrodos, con el objetivo de conocer la configuración a profundidad del relleno sedimentario así como ubicar la discontinuidad lateral originada por una falla estudiada en una campaña paleosismológica previa. En este sentido, los resultados obtenidos fueron satisfactorios pues el contraste vertical entre el relleno sedimentario y el macizo rocoso de origen volcánico originado por la presencia de la falla fue evidente en la imagen geoelectrónica. En conclusión, la contribución de los resultados obtenidos es sustancialmente importante ya que con base en las imágenes obtenidas es posible optimizar la planeación de posteriores estudios paleosismológicos para la caracterización detallada de las estructuras citadas y, eventualmente, contribuir en la estimación del potencial sismogénico de las mismas.

SE09-13

SISMOGÉNESIS DE DOS FALLAS ESTRUCTURALMENTE CONTRASTANTES: LAGUNA SALADA VS. BORREGO, SIERRA CUCAPAH, BAJA CALIFORNIA

Hernández Flores Ana Paula¹, Fletcher John¹, Rockwell Thomas¹, Teran Orlando¹, Spelz Ronald², Mueller Karl³, Akciz Sinan⁴, Scharer Kate⁵ y Meneses Elias³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²San Diego State University, SDSU

³Universidad Autónoma de Baja California, UABC

⁴University of Colorado Boulder

⁵University of California Los Angeles

⁶USGS

ahernand@cicese.edu.mx

En este estudio, basado en numerosas mediciones cinemáticas, geomorfológicas y paleosismológicas, comparamos y contrastamos el comportamiento sismogénico entre dos sistemas de fallas con características estructurales distintas, el primero es un sistema simple de una falla Laguna Salada y el segundo es un sistema complejo integrado por múltiples fallas denominado Borrego. Los dos fueron activados en sismos consecutivos de Mw 7.2 (Laguna salada en 1892 y Borrego en 2010). El sistema Laguna Salada presenta transporte tectónico hacia el WNW, está definido por la falla Laguna Salada consiste de una traza casi lineal con rumbo 300° y una orientación subvertical. Este sistema controla la topografía local, es decir, el levantamiento de la Sierra Cucapah (?5-6 km) así como la subsidencia de la cuenca Laguna Salada (?4km). La componente de cizalla lateral derecha excede 10km. En contraste, el sistema Borrego acomoda transporte tectónico hacia el ESE y tiene una configuración imbricada de al menos tres fallas con cambios abruptos en orientación, varían en rumbo de 290° a 010° y los buzamientos varían de 90° hasta 20°. La mayoría de los segmentos de fallas involucrados no ejercen un gran control en la topografía y están distribuidas a lo largo del flanco oeste de la sierra con el eje de montañas más elevadas en su bloque de techo, por lo que su movimiento relativo es antitético a la topografía. El desplazamiento finito que acomodan varía entre (?4-10km). Las principal diferencia la determinamos gracias al registro estratigráfico expuesto en las trincheras excavadas en ambos sistemas, donde los eventos identificados los fechamos usando las técnicas C14, OSL y U-series dependiendo el tipo de material. En Laguna Salada la estratigrafía está integrada por una secuencia de depósitos lacustres, fluviales y eólicos que evidencian cuatro eventos: 2010, 1892, ~1.95ka y ~4.9ka. En Borrego la estratigrafía consiste en conglomerados de las superficies aluviales Q5 (Holoceno) y Q6 (Pleistoceno tardío). Identificamos 3 eventos: 2010, ~20ka y ~30ka. Estos datos indican una diferencia en los intervalos de recurrencia de los dos sistemas: 1ka para el sistema Laguna Salada vs. 10ka para el sistema Borrego. Entonces se concluye que las grandes diferencias estructurales están reflejadas en una diferencia de intervalos de recurrencia de casi un orden de magnitud. Sin embargo, el sistema de falla Laguna Salada es activado en ambos ciclos sísmicos.

SE09-14

ESTIMACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN EL CENTRO DE BAJA CALIFORNIA: UN MODELO CONSISTENTE ENTRE LAS REGIONES DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y LA PENINSULAR

Ortega Roberto¹, Carciumaru Dana², Quintanar Luis³ y Rubio Reynaldo⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ORIBIS CONSULTORES

³UNAM

⁴Instituto Tecnológico de La Paz

ortega@cicese.mx

En este trabajo se presenta un estudio probabilístico de peligro sísmico en la parte central de la Península de Baja California la cual comprende principalmente la región de la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno. Esta zona ha sido poco estudiada debido a su baja densidad de población. Sin embargo, en esta parte de la península se han registrado las mayores aceleraciones de Baja California Sur de los últimos 15 años. Se observa que en esta región las fallas transformes son de mayor importancia para periodos de recurrencia cortos (< 1000 años) mientras que las fallas peninsulares controlan el peligro para periodos altos (>1000 años). Los resultados muestran que es importante conocer la localización de las fallas activas especialmente en el valle del Vizcaíno, donde los espesores sedimentarios cubren su localización. Se propone escoger periodos de recurrencia a partir de la información geológica. Además, se describe la dificultad de conciliar los modelos Gutenberg-Richter y Característicos debido a que el modelo Característico no puede ser expresado con una distribución de Poisson para periodos típicos de los mapas de peligro sísmico en esta zona debido a que en general las fallas Cuaternarias tienen recurrencias de decenas de miles de años, mientras que los mapas están representados en pocos cientos de años. La alternativa que se presenta es simple y se recomienda para la toma de decisiones en la construcción de estructuras esenciales (Tipo A), la cuál debe usar como periodo de retorno del mapa cuando menos aquél que corresponda a un ciclo del modelo de la falla característica más cercana al sitio de estudio. De otra forma los mapas de peligro sísmico se encuentran sub-valorados a pesar de que se apliquen factores de seguridad en el diseño.

SE09-15

UN NUEVO ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE PELIGRO SÍSMICO EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Bayona Viveros José Antonio, Suárez Reynoso Gerardo, Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón y Jaimes Téllez Miguel Ángel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
nato92@ciencias.unam.mx

La Faja Volcánica Transmexicana es el arco volcánico localizado en la región central de México. Esta zona no es sísmicamente tan activa como otras regiones en México, tales la zona de subducción a lo largo de la costa del Pacífico mexicano o la península de Baja California. Sin embargo, existe evidencia de grandes sismos históricos ($M > 7$) que han ocurrido a distancias próximas a ciudades tan densamente pobladas como la Ciudad de México, Guadalajara y Morelia. Además, casi 50% de la población del país vive en ciudades y comunidades localizadas en el cinturón volcánico. Usando regresiones empíricas de magnitud-intensidad, calibramos datos obtenidos a partir de descripciones históricas de sismos con datos instrumentados para determinar su magnitud de momento y, de este modo, crear un catálogo sísmico completo de esta provincia geológica. Proponemos una metodología para resolver el problema de correlacionar ambos tipos de registros. El método consiste en dividir nuestra base de datos en tres diferentes segmentos, de acuerdo a la temporalidad y magnitud de nuestros registros. Tal segmentación fue realizada considerando la magnitud de corte de nuestro catálogo. En este sentido, determinamos tres diferentes distribuciones Gutenberg- Richter y las correlacionamos geométrica y estadísticamente. Finalmente, con base en la localización espacial de fuentes sísmicas en la región, y usando estadística Bayesiana así como modelos adecuados de atenuación de ondas sísmicas; generamos mapas de peligro sísmico que podrían resultar de suma utilidad para más de 40 millones de personas que viven en la zona.

SE09-16

PSM2012: APLICACIÓN WEB PARA LA DIFUSIÓN Y CONSULTA DE DATOS DE PELIGRO SÍSMICO

Leonardo Suárez Miguel y Ordaz Schroeder Mario
Instituto de Ingeniería, UNAM
mleonardosuarez@gmail.com

Se presenta una aplicación Web denominada PSM2012, desarrollada con el objetivo principal de poner a disposición de especialistas y del público en general, una herramienta útil que les permita difundir y consultar de manera eficaz datos de peligro sísmico de un determinado sitio, país o región, a través de mapas de peligro sísmico, curvas de tasas de excedencia y espectros de peligro uniforme. Para permitir que el usuario interactúe de manera intuitiva con la información, se desarrolló una interfaz gráfica basada principalmente en una herramienta de mapeo Web denominada BingMaps, la cual provee de mapas satelitales de todo el mundo con diversa información temática (estaciones de metro, hospitales, escuelas, aeropuertos, carreteras, calles, autopistas, etc.) que facilita al usuario poder ubicar sitios de interés para los cuales desea conocer el peligro sísmico. Para poder visualizar los mapas de peligro sobre la herramienta BingMaps, se desarrolló un algoritmo para crear dichos mapas basados en el formato BingMaps Tile System desarrollado por Microsoft®. Para comprobar el funcionamiento de la aplicación PSM2012, se integraron en ella, mapas y mallas de peligro sísmico de la República Mexicana, Acapulco, Oaxaca y DF, los cuales fueron creados para veinticinco ordenadas espectrales (Te) comprendidas entre 0.01 y 5.0 segundos, asociadas a nueve periodos de retorno (Tr) correspondientes a: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 y 5000 años. Los datos publicados (mallas y mapas) fueron obtenidos de la evaluación probabilística de peligro sísmico que se llevo a cabo con el programa CRISIS 2012 Ver 1.0, para las regiones antes mencionadas. Para poder visualizar los datos de peligro sísmico publicados en este trabajo a través de la aplicación PSM2012, solo es necesario introducir la siguiente dirección electrónica en algún navegador de internet de uso común (Explorer, Firefox, Chrome): <http://www.ern.com.mx/SISTEMAS/PSM2013/PSM2012.html>.

SE09-17 CARTEL

ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN COSÍSMICA (SISMITAS), INDICADORAS DE ACTIVIDAD SÍSMICA RECIENTE EN EL CENTRO DE MÉXICO

Velázquez Bucio María Magdalena¹, Garduño Monroy Victor Hugo² y Benente Luigi¹
¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
²Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
magda_vb@yahoo.com.mx

En cuencas lacustres ubicadas bajo un contexto tectónicamente activo, el efecto de los choques sísmicos por movimientos de fallas se registra en los sedimentos como estructuras de deformación cosísmica (sismitas), cuya distribución espacial y grado de perturbación permite deducir el grado de actividad y la proximidad epicentral. Sismitas identificadas en el centro de México, sugieren eventos sísmicos de magnitud moderada a fuerte ($M \geq 5$), ocurridos durante el Cuaternario. Las estructuras han sido identificadas mediante la aplicación y análisis de la estratigrafía cosísmica en los sedimentos lacustres de las cuencas de Acambay, San Pedro El

Alto e Ixtlahuaca, las dos primeras afectadas por fallas normales pertenecientes al sistema de fallas Morelia – Acambay, de orientación preferencial E – O e Ixtlahuaca, con influencia de la falla Perales, de orientación NO - SE como principal fuente sismogénica. La actividad de las estructuras es reflejada además en el paisaje sísmico propio de la región. Las deformación sinsedimentaria exhibe importante distribución areal en cada una de las cuencas, representada por estructuras correspondientes a slumps, pseudonódulos, diques, estructuras en almohadilla, diapiros, grietas rellenas con material reciente; todas éstas significan una valiosa herramienta para la caracterización de parámetros tales como magnitud, área afectada y edad de los eventos ocurridos, lo cual a su vez aporta guías para calcular periodos de recurrencia y para la evaluación del peligro sísmico del centro del país.

SE09-18 CARTEL

ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO Y EFECTOS SOBRE LAS PRESAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

Ortega Roberto¹, Carciumaru Dana² y Quintanar Luis³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ORBIS

³UNAM

ortega@cicese.mx

Se presenta un estudio de Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico (PSHA) en la parte sur de la Península de Baja California, México y sus efectos sobre las presas de esta zona. En este estudio se analiza la contribución de los segmentos de fallas Cuaternarias incluyendo dos fallas que algunos autores consideran inactivas: La Paz y San José. Además las presas más importantes en la zona son: La Buena Mujer, Santa Inés y La Palma, esta última se encuentra en la etapa final de su construcción. Se compararon los valores de pico de aceleración del suelo (PGA) para 50, 100 y 200 años a los 10, 5 y 2% de excedencia. Llegamos a la conclusión de que es importante incluir todas las fuentes sísmicas en la evaluación del peligro cuando se analiza el peligro sísmico con motivos de de ingeniería. Sin embargo, es necesario realizar estudios paleosísmicos en esta región debido a que muchas estructuras importantes se encuentran cerca de las fallas estudiadas.