

Sesión regular

# **RIESGOS NATURALES**

Organizador:

Oscar Frausto Martínez

RN-1

## SISTEMA MULTIESPECTRAL, PARA LA CARACTERIZACIÓN DE AEROSOLES EMITIDOS POR EL VOLCÁN POPOCATÉPETL, COMO CARGA ÚTIL DEL CUBESAT "GXIBA"

Vargas Martínez Héctor Simón<sup>1</sup>, Heredia Jiménez Aurelio Horacio<sup>1</sup>, Hernández Moreno José<sup>1</sup>, Galindo Charles<sup>2</sup> y Cisneros Ortega Juan Carlos<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP  
<sup>2</sup>Tierra Luna Engineering  
 hectorsimon.vargas@upaep.mx

Este trabajo se centra en el desarrollo y la integración de un sistema multiespectral, como carga útil de un CubeSat de 3U, utilizando espectroscopia espacial en las bandas que abarcan los 350 nm a los 950 nm, en relación a los gases emitidos por el volcán o las reacciones químicas provocadas por los aerosoles. El tamaño de los archivos de datos recogidos por el sistema multiespectral se puede ajustar a imágenes espectrales que varían en tamaños de 10 a 500 MB. El tamaño de los archivos que han de transmitirse es una preocupación importante para estos nanosatélites que transmiten a tasas bajas de datos a la estación de tierra. Por lo cual se requiere hacer una reducción de los datos que serán transmitidos durante la línea de recolección de datos a la Estación Terrena. Por lo cual, en el desarrollo del sistema multiespectral, una parte relevante y novedosa de este sistema será el procesamiento de imágenes multiespectrales realizada en la computadora de vuelo del satélite, para hacer una reducción de datos y hacer el envío de los resultados en paquetes de datos mucho más pequeños, estos resultados se encimaran a mapas preestablecidos para su posterior análisis. Toda la información recuperada en la estación de tierra se concentrará en un repositorio de datos para el análisis del cambio climático, gestión ambiental y para el análisis de la actividad volcánica del Popocatepetl, por lo cual se buscará el convenio con protección civil del estado de Puebla y CENAPRED para el resguardo y uso de dicha información.

RN-2

## CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO GPS DE DEFORMACIONES GRAVITACIONALES PROFUNDAS DE LADERA EN JUNGPEO Y ZITÁCUARO, MICHOACÁN

Villaseñor Reyes Cecilia Irene<sup>1</sup>, Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>2</sup>, Dávila Harris Pablo<sup>1</sup>, Nieto Guerrero Gabriel<sup>2</sup> y Figueroa Miranda Sócrates<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica  
<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra  
 cecilia.villaseñor@ipicyt.edu.mx

Las Deformaciones Gravitacionales Profundas de Ladera (DGPL), también conocidas como flujos de roca o Sacking, son un tipo de Proceso de Remoción en Masa (PRM) con tasas de deformación del orden de centímetros al año, que afectan millones de metros cúbicos de roca o suelo y pueden estar activos durante décadas. Generalmente, suele considerarse erróneamente que las DGPL son fenómenos que representan una baja peligrosidad ya que evolucionan muy lentamente; sin embargo, bajo el efecto de un sismo o precipitaciones excepcionales pueden evolucionar súbitamente en un movimiento más rápido y peligroso, generando severos impactos económicos y pérdidas humanas. No obstante que las DGPL han afectados severamente a nuestro país, su estudio es relativamente nuevo y escaso; por tanto, la caracterización de las zonas en las que tienen lugar es importante para lograr comprender la dinámica de la deformación, así como los factores detonantes y condicionantes que les dan origen. A partir de 2010 en la comunidad de Las Pilas, Zitácuaro, y en la Unidad Deportiva de Jungapeo, en el Oriente de Michoacán, se han reportado deformaciones y agrietamientos del terreno que han provocado daños en viviendas, acueductos, parcelas y caminos. Estas afectaciones son causadas por la actividad de dos DGPL que desde entonces se comenzaron a caracterizar y monitorear. Para ello se ha realizado la descripción geológica, análisis morfológico y monitoreo de coordenadas en puntos de control mediante GPS tipo geodésico. Los resultados más recientes indican que las DGPL estudiadas se desarrollan sobre rocas volcano-sedimentarias del Cretácico que incluyen conglomerados volcánicos, lentes de caliza, areniscas, lutitas y limolitas con cierto grado de plegamiento. Se identificó que las DGPL están integradas por varios cuerpos inestables secundarios con un volumen de material afectado de aproximadamente 4.5 millones de m<sup>3</sup> en ambas zonas. La DGPL Unidad Deportiva muestra desplazamientos horizontales acumulados de 1.76 a 5.03 m en 14 meses. En tanto en el caso de Las Pilas, los desplazamientos son de 0.07 a 0.40 m en 4 años; siendo menos activo que el anterior. En ambos casos se identifican como factores condicionantes la litología (de poca resistencia y altamente intemperizada) y el riesgo permanente en parcelas, mientras que la precipitación excepcional es posiblemente el factor detonante de reactivaciones y aceleraciones del movimiento.

RN-3

## ANÁLISIS GEOMECÁNICO, UTILIZANDO EL MÉTODO RMR, DE UN MACIZO ROCOSO UBICADO EN EL KM 40 DE LA CARRETERA LINARES - ITURBIDE

Garza Pérez Magdaleny, Alva Niño Efraín y Chapa Guerrero José Rosbell  
 Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL  
 magdaleny.g13@gmail.com

La ingeniería geológica representa una visión geológica a la solución de los problemas constructivos; La desatención de los aspectos geológicos (factor condicionante) son la causa de la mayoría de los problemas geotécnicos. Por otra parte, el agua (precipitaciones, ríos, canales, nivel freático, tuberías dañadas, etc.) es uno de los factores desencadenantes de mayor incidencia en el comportamiento de los materiales (macizos rocosos y/o suelos), que los procesos geológicos pueden modificar el comportamiento de los materiales incidiendo sobre el medio físico, y ocasionando de esta manera problemas geotécnicos. Éstos estudios son fundamentales en cualquier proyecto a realizar en construcción, ya sea en obras civiles como edificaciones, puentes, carreteras, túneles, presas, etc. Ahí se deben tener en cuenta el reconocimiento del medio geológico con respecto a la interacción con la obra proyectada. En definición un talud es cualquier superficie inclinada generada de manera natural o por intervención del hombre, el cual es usado de manera temporal o permanente para ejecutar un proyecto. En el presente trabajo se analiza un depósito sedimentario de edad cretácica, compuesto de lutitas calcáreas y margas, provocando una ladera poco estable, representando este un riesgo ya que se encuentra a un costado de la carretera. Se empleará el método de clasificación geomecánica RMR (ROCK MASS RATING) que funciona como un parámetro para clasificar la calidad del macizo rocoso desde un punto de vista ingeniero geológico, para así obtener el tipo de éste y establecer las posibles medidas de remediación y saneamiento. El área de trabajo se encuentra sobre la carretera 85, Linares-Iturbide, N.L., en el km 40.

RN-4

## DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL DESLIZAMIENTO DE MITLA, ESTADO DE OAXACA, MÉXICO MEDIANTE EL USO DE UN MODELO DIGITAL SUPERFICIAL DE ALTA RESOLUCIÓN

Milanes Luna Miriam Elizabeth<sup>1</sup>, Lacan Pierre<sup>2</sup>, Carrera Hernández Jaime Jesús<sup>2</sup>, Levresse Gilles<sup>2</sup>, Castillo Rodríguez Miguel<sup>3</sup> y Muñoz Salinas Esperanza<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM  
<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>3</sup>Instituto de Geología, UNAM  
 miriam.meml@gmail.com

Los deslizamientos y los procesos de ladera representan fenómenos naturales que causan numerosas pérdidas de vida a nivel mundial, y en mayor grado, en países en vías de desarrollo. El conocer los mecanismos de formación y remoción de materiales de deslizamientos de dimensiones mayores (>5 km<sup>2</sup>) es de vital importancia, ya que estos pueden tener efectos a nivel ambiental y ser un factor importante de riesgo para la población. Motivados por la necesidad que hay de conocer los deslizamientos de grandes dimensiones se estudió el caso del deslizamiento de Mitla, el cual se localiza al norte de la Ciudad de Mitla (40 km al este de la Ciudad de Oaxaca). Por las dimensiones y las rocas volcánicas que conforman el relieve, el deslizamiento es un buen análogo de lo que podría ocurrir en otras áreas del país como es el caso del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, la zona más poblada de México. El deslizamiento de Mitla se analizó con una topografía de alta resolución derivada de un Modelo Digital de Superficie (MDS) obtenido con datos de cámara fotográfica montada sobre un DRONE, y del cual se georreferenciaron 70 puntos los cuales fueron corregidos con un GPS diferencial. El MDS permitió identificar los rasgos morfológicos y calcular las dimensiones del deslizamiento con lo cual se propone una reconstrucción del mismo y se estima el volumen del material deslizado. Estos resultados constituyen la etapa inicial de un estudio que busca caracterizar los factores que dieron origen a este deslizamiento.

RN-5

## CARACTERIZACIÓN DE UN PROCESO DE REMOCIÓN EN MASA ANTIGUO DEL CERRO DEL PEÑÓN DEL MARQUÉS, CIUDAD DE MÉXICO

Ávila Martínez Lucila<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>2</sup> y Salazar Peña Leobardo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Tiomán  
<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
 lusavim\_80@hotmail.com

En la cuenca de México, en distintos elementos geológicos o sierras geológicas, suceden fenómenos que ponen en riesgo a los habitantes del entorno. Entre esos fenómenos están los procesos de remoción en masa. Investigar eventos de este tipo, desde eventos históricos hasta eventos actuales, es de vital importancia para reducción o prevención de desastres. Los depósitos y las estructuras de la manifestación de un fenómeno de remoción en masa con el tiempo pasan a formar

parte del paisaje y geoforma, y con el tiempo y el desarrollo de vegetación pierden sus características iniciales. En el Cerro del Peñón de Marques los procesos de remoción en masa que han dado su forma actual han sido alterados, modificados y sepultados por el antiguo lago, la explotación de materiales de construcción y los rellenos para la construcción de vialidades y desarrollo por fueron alterados por la presencia del lago y el desarrollo urbano. Con el resultado de este estudio se identificó un antiguo depósito asociado e una de las estructuras de colapso, el cual se encuentra sobre depósitos lacustres, saturados con agua, en una pendiente natural y que provoca su movimiento gravitatorio acelerado por el peso de las viviendas e infraestructura desarrollada sobre el mismo, convirtiéndolo en un deslizamiento urbano activo.

RN-6

### ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD AL DESLIZAMIENTO DE LADERAS EN LA ZONA CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ

Torres Morales Gilbert Francisco<sup>1</sup>, Leonardo Suárez Miguel<sup>2</sup>, Dávalos Sotelo Raymundo<sup>3</sup>, Mora González Ignacio<sup>4</sup>, Castillo Aguilar Saúl<sup>4</sup>, Gutiérrez Ángel Jesús Eduardo<sup>4</sup> y Hernández Flores Miguel Ángel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup>Instituto de Ecología A.C.

<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana  
giltorresmorales@yahoo.com.mx

Como parte del proyecto: "Microzonificación de peligros geológicos e hidrometeorológicos para las zonas conurbadas de Orizaba, Veracruz, y las principales localidades ubicadas en las subcuencas bajas: La Antigua y Jamapa", patrocinado por los Fondos Mixtos CONACyT-Gobierno del Estado de Veracruz, donde se estudia de manera integral los peligros por fenómenos naturales en las subcuencas y sus principales áreas urbanas, se presentan los resultados preliminares obtenidos de la evaluación de susceptibilidad al deslizamiento de laderas en las cuencas Jamapa y La Antigua. En la evaluación se empleó el método Mora-Vahrson (Mora R. et. al. 1992) para establecer, de manera aproximada, los sectores con potencial a presentar deslizamientos por la combinación de los factores de disparo: lluvia y sismo. Para llevar a cabo lo anterior se utilizó diversa información cartográfica publicada por INEGI: geología, litología, humedad y lluvia, a escala 1:250,000. Los mapas de pendientes fueron obtenidos a partir de los modelos digitales de elevación del terreno disponibles en la herramienta CEM3.0 (INEGI, 2016), con una resolución de pixel de 15 x 15 metros. Los resultados se presentan a través de mapas que muestran zonas con diferentes grados de susceptibilidad al deslizamiento, siendo el objetivo general del estudio establecer las políticas públicas de mitigación de riesgo, regulando de manera adecuada el uso de suelo y de los recursos naturales en zonas conurbadas que se vean afectadas por este tipo de fenómenos geológicos, dentro del área de estudio, estableciendo un escenario que muestre la amenaza por deslizamiento con fines de prevención.

RN-7

### MODELO DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE LA INESTABILIDAD DE LADERAS: CONSIDERACIONES EN LAS INTENSIDADES INFLUENCIADAS POR EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Aguilar Durán Juan José y Yépez Rincón Fabiola D.  
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL  
juanjad9@hotmail.com

Las alteraciones en los patrones de clima afectan los niveles de precipitación, por lo tanto están relacionados con los fenómenos de sequías, ondas de calor, aumento en el número e intensidad de huracanes por mencionar algunos, éstos eventos se han manifestado de manera acelerada en el último siglo. Los huracanes son movimientos de masas de aire y agua que giran en torno a un centro de baja presión, se originan en regiones tropicales y son categorizados de acuerdo a las velocidades que alcanzan. Las lluvias más intensas durante los días de huracán son reconocidas como precipitaciones máximas extremas, las cuales provocan tanto inundaciones como la inestabilidad de laderas. La inestabilidad de laderas es causada por los esfuerzos que se desarrollan en la superficie de las mismas; son procesos de pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, derivándose en reacomodos y colapsos del terreno. Durante el último siglo han aumentado los huracanes que llegan a ser eventos catastróficos, esto es resultado tanto de procesos naturales como al grado de exposición de la población. El presente trabajo presenta un modelo en el cual se evalúa la intensidad de precipitación aunada a las características de uso de suelo, tipo geológico, y características topográficas las cuales aumentan la probabilidad de deslizamientos. Se presenta la metodología en un modelo teórico el cual permite cartografiar el riesgo por niveles de afectación y se determinan dos áreas de interés en el Cerro del Topochico y Cerro de las Corona en donde la estructura geológica se encuentra expuesta y que periódicamente son monitoreadas utilizando un sistema de escaneo laser (LiDAR) con precisión milimétrica para comparar cambios geomorfométricos en la superficie.

RN-8

### INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA DESENCADENADOS POR FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTRAORDINARIOS EN EL CAÑÓN SANTA ROSA (ITURBIDE-LINARES, NUEVO LEÓN)

Salinas Jasso Jorge Alán, Salinas Jasso Ricardo  
Adrián, Montalvo Arrieta Juan Carlos y Alva Niño Efraín  
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León  
j.saja@hotmail.com

Los movimientos en masa son fenómenos geomorfológicos constantes y en algunos casos perjudiciales a lo largo de las regiones montañosas en el estado Nuevo León. Estos eventos incrementan su ocurrencia en la región a medida que lluvias torrenciales asociadas a huracanes y tormentas tropicales provenientes del Golfo de México impactan la parte Noreste del país durante el lapso Agosto - Diciembre. Se presenta un inventario de movimientos en masa documentados a partir de trabajo geológico de campo y análisis de imágenes satelitales ocurridos durante los últimos veinte años en el Cañón Santa Rosa, en su transecto Linares-Iturbide, centro de Nuevo León. El análisis permite identificar que el marco geológico-estructural y las precipitaciones torrenciales prevalecen como condicionante y desencadenante principales en la generación de desplazamientos de detritos y bloques de roca en las laderas regionales. Además, movimientos en masa inducidos por sismicidad han sido documentados. El inventario obtenido fue aplicado en una evaluación de riesgo por movimientos en masa en la zona de estudio con énfasis en las zonas aledañas a la Carretera #58, que comunica la parte NNE con el centro del país, vía que constantemente se ve afectada por derrumbes. Los resultados pueden canalizarse en la toma de medidas de prevención y/o mitigación de daños por parte de autoridades y organismos de Protección Civil ante la ocurrencia de estos fenómenos regionalmente.

RN-9

### VULNERABILIDAD ANTE LLUVIAS INTENSAS EN MÉXICO POR CAMBIO DE USO DE SUELO

Zuñiga Tovar Angel Emmanuel y Magaña Rueda Víctor Orlando  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
floodrsk@gmail.com

Las inundaciones en México representan un grave problema social, económico y ambiental, debido a su recurrencia durante los últimos años. La frecuencia de eventos extremos de precipitación tiene mayor impacto en las poblaciones costeras y aquellos asentamientos ubicados cerca de cauces de ríos y planicies. Ante ello, es necesario establecer si el incremento en el número de impactos en la sociedad se debe a lluvias intensas más frecuentes, o bien a una sociedad más vulnerable. Si el riesgo se considera como la combinación del peligro y la vulnerabilidad, se pueden analizar sus tendencias de forma individual. Por ello, en el presente trabajo se analiza el carácter multifactorial y dinámico de la vulnerabilidad de las cuencas hidrográficas de México ante lluvias intensas a partir de la cuantificación del cambio en la cobertura del suelo para el periodo 1970 y 2010. A partir de la combinación de la vulnerabilidad con información de peligro se determinan niveles de riesgo para diversas zonas del país. El resultado muestra que los cambios en la cobertura del suelo, que están relacionados con el incremento de la vulnerabilidad, contribuyen en mayor medida con la ocurrencia de inundaciones en México. La magnitud de los impactos negativos, por otro lado, es resultado de una mayor exposición de la población al asentarse en zonas de riesgo crítico.

RN-10

### LA SUBSIDENCIA EN MÉXICO: CAUSAS PRINCIPALES, MECANISMOS Y PELIGROS ASOCIADOS

Figuroa Miranda Sócrates<sup>1</sup>, Tuxpan José<sup>1</sup> y Hernández Víctor Manuel<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT  
<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, INICIT  
sfm\_09@yahoo.com.mx

La subsidencia es un fenómeno que está presente en varias ciudades importantes a nivel mundial, se trata del hundimiento paulatino de la superficie terrestre causado por el movimiento de los materiales bajo esta; su manifestación es lenta, continua y afecta considerablemente la estructura e infraestructura de las ciudades. El daño ocurre cuando los esfuerzos de tensión en los materiales originan grietas en el terreno causando fracturas en viviendas, edificios, vías de comunicación, líneas de conducción hidráulica, etc. Por otro lado, otro tipo de afectación poco estudiado es el aumento en la susceptibilidad de peligro por inundaciones. En México, la subsidencia fue detectada por primera vez por Roberto Gayol en 1925 y desde entonces se han detectado múltiples casos a lo largo del territorio mexicano, principalmente en ciudades asentadas en valles y/o cuencas geológicas del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Los casos de subsidencia en el país están siendo estudiados aplicando técnicas y metodologías diversas; se ha determinado que en la mayoría de los casos el factor detonante es la extracción excesiva del agua subterránea, sin embargo, quien controla la distribución espacial del fenómeno es la configuración del basamento y las estructuras geológicas. Una revisión actual de

los casos de subsidencia reportados en el país, permitirá inventariar el fenómeno, evaluar y caracterizar su comportamiento espacio-temporal, exponer los alcances y limitaciones de las investigaciones locales respecto a las técnicas y métodos recientes aplicados a nivel mundial y, por último, proponer nuevas metodologías y líneas de investigación, por ejemplo, la relación subsidencia-inundación.

RN-11

## EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES, EN LA COLONIA SANTA MARÍA AZTAHUACÁN, IZTAPALAPA, CIUDAD DE MÉXICO

García Maraver Hildelisa Leticia, Vera Sánchez Pedro,  
Salazar Peña Leobardo y Lozada García Antonio  
*Instituto Politécnico Nacional*  
leticia.gamaipn@hotmail.com

La presente investigación se enfoca al análisis de los factores que intervienen en hundimientos y agrietamientos en la zona oriente de la Ciudad, Santa María Aztahuacán, Iztapalapa. Las manifestaciones relacionadas con el fenómeno son afectación en infraestructura, como casas habitación, roturas de tubería de la red de drenaje y de agua, vialidades con desniveles, edificaciones desplomadas etc. Todas las manifestaciones afectan de manera determinante la integridad y salvaguarda de los habitantes. El mapeo de hundimientos y agrietamientos se logró haciendo recorridos en la zona. Se adquirieron datos de exploración sísmica con la técnica de reflexión vertical de onda P, método aplicado por el IPN en otros fenómenos similares. Las observaciones sismológicas se distribuyeron en forma lineal, cortando ciertos alineamientos de los hundimientos en la zona. En particular, la adquisición de este tipo de datos sísmicos partió en la ubicación de un pozo y los tiempos de reflexión múltiple se calibraron con la estratificación del pozo hasta profundidades que oscilan en los 250 metros, las más profundas en este historial de prospección sísmica. El corte del pozo reporta la existencia de varios derrames basálticos alternada con depósitos de arcilla y ceniza. Esta serie es explorada en el subsuelo en un tramo aproximado de dos kilómetros con el método sísmico y se calculan sus profundidades. Resulta una sección estratigráfica que corta el alineamiento preferente de los hundimientos y agrietamientos. Con la disposición de otros pozos en la zona, se hizo una correlación de los derrames basálticos subterráneos. El análisis integrado muestra que la pendiente del basalto más superficial, influye en una zona de hundimientos y agrietamiento hacia el Eje 6 Sur, donde se tiene un subsuelo superficial de menor consistencia mecánica y mayor espesor. No sucede así en la zona hacia el centro de Santa María, donde este basalto es muy superficial y se comprobó, de acuerdo con su velocidad sísmica, que el subsuelo es de mejor consistencia. Toda la zona está influenciada por escorrentías pluviales hacia el mismo Eje 6 Sur, pero en este sitio, existe la influencia del movimiento del subsuelo inducido por el de camiones y vehículos pesados. En función de estas deducciones se pudo completar un mapa de peligro.

RN-12

## LOS RIESGOS GEOLÓGICOS UNA CONSECUENCIA DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN ITURBIDE Y LINARES, N.L., MÉXICO

Chapa Guerrero José Rosbel, Garza Pérez Magdaleny, Suárez González Diana Laura, Loyda Rodríguez Fermin E. y Rodríguez González José Víctor A.  
*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*  
jrosbell34@gmail.com

La ocurrencia de huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, lluvias torrenciales y otros fenómenos de carácter natural son causa principal para que se desencadenen catástrofes, pero con mucha certeza podemos mencionar, que el factor principal para que estas tengan lugar es la construcción de obras en lugares no aptos y aunados a éstos, sin las medidas necesarias precautorias y de seguridad. El desarrollo de infraestructuras viales así como el aumento poblacional de las grandes ciudades en el mundo en las últimas décadas manifiesta que se desarrollen extensas zonas urbanas y carreteras sin un estudio geológico previo (zonas vulnerables). La consecuencia ha sido el evidente aumento de grandes desastres. La Ciudad de Linares, Nuevo León, fisiográficamente hablando, se encuentra en la Planicie Costera del Golfo Norte, plano inclinado, en el Noreste de México, con una población de casi 80 mil habitantes. El municipio de Linares, que fuera capital de Nuevo León, se localiza limitado al oeste por la Sierra Madre Oriental (SMO) y a 200 km del Golfo de México y está asentado entre los ríos Pabillo y Camachito. La diferencias de alturas entre la SMO (2000 m.s.n.m.) y el municipio de Linares (350 m.s.n.m.) es de 1650 m en un distancia de aproximadamente 20 km. El presente estudio muestra dos áreas de trabajo en donde colaboraron alumnos de licenciatura y maestría de la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL en la unidad de aprendizaje de Geología Ambiental del Medio Urbano de 8° semestre. Los asentamientos humanos del municipio de Linares se encuentran, Geológicamente hablando, sobre sedimentos recientes cuaternario, como aluviones y suelos limosos y arcillosos producto del transporte de río Pabillo. Cabe mencionar que se ha detectado asentamientos sobre las márgenes y lechos de los. Aquí estudiantes realizaron un estudio topográfico, para verificar si el puente de reciente construcción que une la colonia bohemia con Villaseca está arriba del nivel máximo extraordinario del río Pabillo. Por lo antes mencionado, algunos sectores del municipio de Linares, N.L. se localiza expuesto a

inundaciones repentinas episódicas, haciendo vulnerable a la población, poniéndola en riesgo durante eventos de lluvia intensa y prolongada al paso de ciclones (Colonia la Bohemia). Así mismo, otro grupo de estudiantes se abocó a hacer un estudio de zonificación de riesgos geológicos cerca de Iturbide, N.L. Aquí se muestran sus resultados, conclusiones y recomendaciones.

RN-13

## METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR RIESGOS NATURALES E INUNDACIONES EN LA PARTE BAJA DEL RÍO AMECA, JALISCO

Pinedo Karina, Maciel-Fores Roberto, García Edith y Peña Laura  
*Universidad de Guadalajara*  
karigupi@hotmail.com

A nivel nacional, se han estudiado diversas localidades costeras donde se aprecian paleo-cauces que indican que en tiempos históricos o geológicos los ríos han serpenteado y generado inundaciones en los centros de población cercanos, con un consecuente impacto económico, pérdida de productividad, afectación a la salud y a la vida, daños al medio ambiente e infraestructura. Desde el año 1980 hasta el 2015 se tiene un registro de 25 inundaciones provocadas por el cambio de cauce o aumento en el caudal de algún río en México, con pérdidas económicas que ascienden a \$3 159 000 dólares, con un total de 478 personas que perdieron la vida y quedando así 3 288 320 personas afectadas. El estudio de caso es la parte baja del Río Ameca, porque su desembocadura coincide con una importante región turística (a nivel nacional e internacional), con el aeropuerto internacional y puentes que comunican a dos estados (Jalisco y Nayarit), así como una serie de poblaciones y zona hotelera. Los desbordamientos del río en tiempos geológicos, puede deberse a diferentes factores, como pueden ser entre otros, cambios de uso de suelo en la parte alta de la cuenca, deforestación, incendios, depósito de ceniza por parte del volcán Ceboruco, depósito de suelo erosionado en la parte alta de la cuenca, deslizamientos en la parte alta, precipitaciones extraordinarias, impactos por el cambio climático (daños en la vegetación) o aumento del nivel del mar. Estos son analizados para confrontar la ocurrencia de los mismos con los desbordamientos históricos donde se han afectado a vías terrestres de comunicación, asentamientos humanos y zonas agrícolas, esto nos permitirá tomar en cuenta, bajo qué condiciones es necesario prevenir a la población o cuales medidas son necesarias de adoptar para prevenir daños a la población o su infraestructura. Se realiza una fotointerpretación de la zona, se consultan los registros de los historiadores de la región, imágenes satelitales históricas y actuales, información del medio físico generado por INEGI, Centro Nacional de Prevención de Desastres y Servicio Geológico Mexicano para delimitar las zonas que han presentado alguna afectación. El objetivo de esta investigación es crear una metodología factible de aplicar en el análisis de riesgo de localidades adyacentes a ríos.

RN-14

## MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DEL MUNICIPIO DE ANGANGUEO, MICHOACÁN MEDIANTE PROBABILIDAD CONDICIONAL

Torres Fernández Lucía<sup>1</sup>, Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>2</sup>,  
Capra Pedol Lucia<sup>3</sup> y Domínguez Mota Francisco Javier<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Geología, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH  
<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UMSNH  
lucy\_1075@hotmail.com

Cada año durante la temporada de lluvias, numerosos procesos de remoción en masa (PRM) afectan a la población y su infraestructura. Durante los meses de enero y febrero del 2010 el oriente del estado de Michoacán, y particularmente el municipio de Angangueo, registró precipitaciones atípicas que detonaron cientos de PRM los cuales provocaron el sepultamiento de viviendas, puentes y caminos; generando pérdidas económicas incalculables y lamentables decesos humanos. Esta situación puede ser prevenida en el futuro mediante mapas de susceptibilidad que permitan identificar áreas críticas donde se enfoquen esfuerzos de mitigación y prevención de PRM. Los modelos existentes para la zonificación de la probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa, consideran en su mayoría como variables de entrada únicamente aquellas asociadas a factores condicionantes, omitiendo los factores detonantes. Además, son modelos estáticos que no consideran la variación temporal de los factores analizados, y en consecuencia son modelos que rápidamente dejan de ser representativos ante factores tan dinámicos como la precipitación. En este trabajo se muestra la propuesta de construcción de un modelo de susceptibilidad dinámico para el municipio de Angangueo, elaborada a partir de la unión de valores probabilísticos de factores condicionantes y valores de precipitación nos ayudara a mostrar la distribución de la susceptibilidad a los PRM del municipio de Angangueo Michoacán.

RN-15

## INDICADORES DE RESILIENCIA URBANA ANTE HURACANES EN CIUDADES DEL CARIBE MEXICANO

Frausto Oscar, Vázquez Sosa Aide, Castillo Villanueva Lourdes y Mejía Ortiz Luis Manuel  
*Universidad de Quintana Roo, UQROO*  
 fraustomartinezoscar@gmail.com

El uso de indicadores para la prevención del impacto de los huracanes a nivel local es una herramienta novedosa en el tema del cambio climático y la resiliencia. Sin embargo, los métodos para el diseño de los indicadores son fuertemente criticados, principalmente aquellos que se derivan del modelo de "arriba para abajo". Con fundamento en el análisis socio-ecológico del riesgo, se conceptualiza la resiliencia urbano costera ante huracanes bajo el modelo "de abajo hacia arriba" con apoyo de expertos y actores clave en la gestión integral de los huracanes en tres ciudades costeras del Caribe Mexicano (Chetumal, Tulum y Playa del Carmen). Así, el objetivo de este trabajo es la generación de indicadores de resiliencia urbano costera que reconozca el sistema complejo del aprendizaje, la adaptación y la auto-organización ante huracanes. Finalmente, los indicadores se trabajan a tres escalas espaciales (local-regional-global) y una temporal (con un año de cohorte de 1990), además de tres dimensiones: a) capacidades de recuperación (historia de los impactos de huracanes), b) consecuencias (de auto-organización y gestión) y c) conductas y aprendizajes (ante los efectos y daños).

RN-16

## APRENDIZAJES SOBRE LA ACTUALIZACIÓN DEL BOLETÍN DE ALERTA DE TSUNAMI, ESTABLECIDO A CONSECUENCIA DEL MACROSISMO DEL 16 ABRIL DE 2016 EN ECUADOR (PEDERNALES)

Reyes-Hernández Francisco<sup>1</sup> y Ocampo Javier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, CIIEMAD IPN

<sup>2</sup>Dragster Systems  
 nezatlense@live.com.mx

A lo largo del tiempo se ha observado que la costa de Ecuador es una región generadora de sismos que producen tsunami, como lo demuestran los eventos históricos de 1906, 1942, 1958 y 1979. Para el año 2016, el Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWC) emitió una circular informando que el 16 de abril a las 23:59 UTC ocurrió un macrosismo cerca de los litorales ecuatorianos con magnitud preliminar 7.4 y en atención con los protocolos establecidos, se emitió un aviso de alerta internacional ante probable tsunami. En los minutos consecutivos, ocho fueron los tsunámicos que lograron detectar el evento en el océano Pacífico siendo el primero de ellos la estación 32067 (Ecuador Inocar), también se corroboró la presencia del tsunami local en el registro mareográfico de la estación La Libertad. El quinto y último boletín emitido por el PTWC para este evento se publicó en su sitio web el 17 de abril a las 02:56 UTC, actualizando la magnitud del movimiento telúrico en 7.7, situando el epicentro en altamar a 10 kilómetros de profundidad y tras analizar los datos marinos, se procedió a cancelar la alerta. El 18 de abril, el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador publicó en su página electrónica de facebook los mareogramas que confirmaron la actividad del tsunami en sus estaciones Manta y Esmeraldas. El presente trabajo tuvo como objetivo dar seguimiento a la evolución del evento marino, compilar evidencias numéricas y mostrar sus gráficas, además de conocer algunas opiniones de los usuarios de las distintas redes sociales virtuales quienes mostraron incredulidad, inconformidad ante sus autoridades y el temor por haberse enterado que se presentó un tsunami en su país. También se realiza una serie de recomendaciones para promover la cultura de la autoprotección, entre ellas la utilización de la escala ordinal para tsunamis propuesta en la RAUGM-2014, promover estrategias de difusión y educación para los medios de comunicación y para la población, así como la urgente necesidad de organizar y aplicar programas continuos de prevención con las autoridades pues en el momento en que se está presentando el proceso geofísico las múltiples opiniones encontradas en distintas plataformas electrónicas de interacción entre usuarios, generan un desorden inmediato dando lugar a una comunicación polémica y contradictoria, sugiriéndose acciones de respuesta que no suelen ser asertivas porque nunca se han planteado con anticipación ni con responsabilidad y menos con la objetividad requerida. Finalmente se cuestiona el empleo de la frase confusa "se cancela la alerta" y se sugiere cambiarla por el texto "termina la alerta", en el caso de que sí se haya presentado el tsunami.

RN-17 CARTEL

## ESTUDIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA EN LA CIUDAD DE TIJUANA: REPORTE DE LOS RESULTADOS PRELIMINARES

Sarychikhina Olga, Delgado-Argote Luis A. y Pérez Marco  
*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*  
 osarytch@yahoo.com

Tijuana es la quinta ciudad más grande de México y una de las principales metrópolis industriales en el noroeste del país. Tijuana tiene una población de más de 1.5 millones de habitantes, distribuidos principalmente sobre una topografía accidentada

desarrollada en los sedimentos poco consolidados de grano grueso. La ciudad de Tijuana contiene una serie de movimientos de ladera y subsidencia activos (Delgado - Argote et al., 1993; 1996; 2011; 2012; Aragón- Arreola et al., 1993a y b) que afectan zonas residenciales e industriales, carreteras e infraestructura de la ciudad. La construcción de viviendas en las colinas de Tijuana ha dado lugar a la modificación de muchos arroyos estacionales. La falta de drenaje natural hace que los lugares dentro de la ciudad sean vulnerables a los deslizamientos del terreno durante la temporada de lluvias. Otros movimientos peligrosos de menor escala están relacionados con la compactación de los materiales utilizados para rellenar el drenaje durante el movimiento de tierras, que también altera la frágil morfología. Los movimientos de ladera en Tijuana representan una grave amenaza para la vida humana, los bienes y las estructuras. A pesar de la gravedad de los problemas causados por los movimientos de subsidencia locales y de ladera en la ciudad de Tijuana, éstos han sido pobremente estudiados y no se ha realizado su monitoreo de forma regular. Entre los estudios que se han llevado a cabo en la ciudad de Tijuana para detectar los sitios más vulnerables a peligros geológicos relacionados con el movimiento de masas, son los de Delgado - Argote et al. (1993; 1996; 2011; 2012) y Aragón- Arreola et al. (1993a y b). Incluso los sitios vulnerables detectados por los estudios mencionados hasta el momento no han sido objetos de un monitoreo regular ni de estudios más a detalle. En el presente trabajo, se reportan los resultados preliminares del estudio, cuyo objetivo es la detección y el monitoreo de las inestabilidades de ladera en la ciudad de Tijuana usando los métodos de percepción remota, inspección geológica y métodos geofísicos.

RN-18 CARTEL

## ESTABILIDAD DE TALUDES, MÉTODO ANALÍTICO, EN LA ZONA PONIENTE DE ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Chapa Arce Rosbell Ivan, Medina Barrera Francisco,  
 Chapa Guerrero José Rosbel y Alva Niño Efraín  
*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*  
 ing.ivanchapapace@gmail.com

La estabilidad de taludes es un tema que se ha abordado desde principios del siglo pasado hasta nuestros días (Terzaghi, Coulomb, Fellenius, HOEK E., & BRAY, J. W., etc.), mas sin embargo los parámetros o coeficientes que se deben de tomar en cuenta en las fórmulas para su análisis varían de región en región y más precisamente de las condiciones del sitio. El análisis de la estabilidad de taludes del presente estudio se realizó en el área metropolitana de Monterrey. Esta zona conurbada es la tercera más grande de México (más de 4 millones de habitantes). Se localiza entre montañas, en el frente de la curvatura de Monterrey, en donde la construcción de vivienda e infraestructura vial se desarrolla desde los 550 msnm hasta los 1350 msnm para alcanzar estas montañas. Geológicamente hablando el área de estudio se constituye de rocas sedimentarias carbonatadas y arcillosas del Cretácico Superior, de tres diferentes zonas homogéneas (Rocas carbonatadas, rocas carbonatadas arcillosas y rocas arcillosas). El presente trabajo se desarrolló en la segunda zona homogénea rocas carbonatadas arcillosas, que comprende las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Cuesta del Cura. Para este trabajo se analizaron diferentes taludes, los cuales se encuentran en los Cerros de las Mitras y Loma Larga, que presentan una estructura anticlinal, siendo el Cerro de Loma larga una bifurcación del anticlinal del Cerro de las Mitras. En donde se forman discontinuidades de tipo bc, las cuales son paralelas al eje b del anticlinal del cerro de las mitas y loma larga y ac perpendicular al eje b. Se obtuvieron los parámetros de los macizos rocosos por los métodos RMR, RQD y SMR para determinar la calidad del macizo rocoso. Asimismo se maestrearón los diferentes taludes para la obtención de su peso específico, el cual se determinó en laboratorio para su comparación con los parámetros utilizados en trabajos anteriores, arrojándonos datos concisos de peso específico de cada talud para posteriores cálculos de este trabajo. Durante los análisis cinemáticos de los diferentes taludes se visualizaron problemáticas diferentes a lo observado en campo, por lo que se evalúan diferentes mecanismos de falla para cada talud hasta llegar a la correcta determinación del mismo.

RN-19 CARTEL

## SOBRE LA IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCLA EN LOS PELIGROS ASOCIADOS A LLUVIAS FUERTES A EXTREMAS PARA LA ZONA CONURBADA COLIMA-VILLA DE ÁLVAREZ EN EL PERIODO 2000-2013

Ríos Rosario y Arfeuille Gilles  
*Universidad de Colima*  
 rosario\_ríos@ucol.mx

La zona Conurbada Colima-Villa de Álvarez se encuentra dentro del trópico de Cáncer, donde se presentan fenómenos atmosféricos con precipitaciones fuertes a extremas que generan una amenaza para la población. Para reducir el peligro es importante identificar cuáles son estas amenazas, en este caso los fenómenos atmosféricos que producen las precipitaciones fuertes a extremas. En este trabajo se busca identificar cuáles fueron los fenómenos atmosféricos que produjeron las precipitaciones fuertes a extremas en la Zona Conurbada Colima-Villa de Álvarez

para el periodo 2000-2013. Para ello, se utilizó la base de datos de la Comisión Nacional del Agua en la estación 6040, obteniendo los días con registros de precipitaciones mayores a 20 milímetros en un metro cuadrado por día. Se identificó el fenómeno atmosférico causante de cada registro de precipitación mayor a 20 milímetros por día, con base a las cartas de trayectorias de ciclones tropicales de la Cuenca del Pacífico y un análisis de las imágenes satelitales GOES Este. Se obtuvo un total de 168 días con precipitaciones fuertes a extremas, de los cuales se encontraron 139 días producidas por Sistemas Convectivos de Mesoescala, 14 por Ciclones Tropicales, tres mesociclones y ocho Ondas de Kelvin. A partir de una revisión hemerográfica, se registraron los daños asociados a las precipitaciones fuertes a extremas (precipitaciones mayores a 20 milímetros por día), por ejemplo, daños en las vías públicas, inundaciones, escorrentías y deslaves, dentro de la Zona Conurbada Colima-Villa de Álvarez durante el periodo 2009-2013. Se obtuvo que los daños reportados ocurrieron tanto en eventos asociados a Ciclones Tropicales como Sistemas Convectivos de Mesoescala y Ondas de Kelvin. Cabe resaltar que los fenómenos atmosféricos que produjeron las precipitaciones fuertes a extremas fueron registrados con mayor frecuencia por los Sistemas Convectivos de Mesoescala, de los cuales se registraron daños en la Zona Conurbada Colima-Villa de Álvarez.