

GGA-1

### BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS GEOFÍSICOS EN DETECCIÓN DE MANCHAS DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

Lesser Illades Juan Manuel<sup>1</sup> y Saval Bohorquez Susana<sup>2</sup><sup>1</sup> Lesser y Asociados, S.A. de C.V.<sup>2</sup> Instituto de Ingeniería, UNAM

lesserjuanm@infosel.net.mx

Existe gran cantidad de instalaciones que manejan hidrocarburos destilados del petróleo en los cuales se presentan fugas o derrames que infiltran y contaminan suelo y subsuelo. El agua de lluvia que se precipita sobre el terreno, se infiltra y constituye el principal vehículo que transporta hidrocarburos hacia los acuíferos. La caracterización o prospección de un sitio contaminado, consistente en determinar el área afectada, su magnitud y distribución, así como conocer el tipo de hidrocarburos y su concentración.

Los métodos geofísicos en sus diferentes modalidades son una valiosa herramienta que permite identificar cuerpos de rocas y materiales en el subsuelo. Estos métodos se basan en detectar los contrastes entre rocas y otros materiales para con ello conocer su distribución y profundidad en el subsuelo. Mientras mayor contraste exista, mayor será la precisión de los resultados obtenidos. En un sitio contaminado con combustibles destilados, donde los hidrocarburos se encuentran como volátiles y adsorbidos a las partículas del subsuelo, los contrastes existentes generalmente son muy reducidos, lo cual limita la aplicación de los métodos geofísicos como un método para la detección de la mancha de contaminación. Si a ello se le suma que en el subsuelo se presentan horizontes irregulares de arcillas intercaladas con arenas y mezclas de ambas en diferentes proporciones, la identificación de zonas contaminadas por hidrocarburos mediante geofísica deja de ser clara, consistente y concluyente. El estudio de un gran número de sitios permite resumir que la aplicación de métodos geofísicos en la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos presenta fuertes limitaciones.

Como política o costumbre, la mayor parte de estudios de caracterización de sitios contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo una campaña de geofísica. El método, puede ser de utilidad siempre y cuando se le de su peso específico de acuerdo con las características del sitio. Es común el abuso en el empleo de la geofísica que, en muchos de estos casos ha llegado al grado de correlacionar los valores obtenidos con el método geofísico con concentraciones de hidrocarburos presentes en el subsuelo, incluso expresadas en mg/kg. Para ejemplificar lo anterior se describen los resultados de la geofísica aplicada a la detección de zonas contaminadas de varios sitios.

A partir de las experiencias se concluye que la geofísica es una herramienta de gran utilidad en la detección de cuerpos, estructuras y materiales en el subsuelo, pero no así para la definición de zonas contaminadas. La exactitud de los resultados estará en función al contraste entre los cuerpos existentes en el subsuelo. Se muestra que ha existido un abuso en la aplicación de métodos geofísicos y se recomienda dar el peso específico correcto a la geofísica dentro de los estudios de caracterización de sitios contaminados y evitar el abuso que se ha llegado a hacer de ésta, lo cual está llevando a desprestigiar un método que, correctamente aplicado es de valiosa utilidad.

GGA-2

### ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS EN LABORATORIO Y EN CAMPO

Shevnin Vladimir<sup>1</sup>, Delgado Rodríguez Omar<sup>1</sup>, Zegarra Martínez Hector<sup>1</sup>, Mousatov Aleksandr<sup>1</sup> y Ryjov Albert<sup>2</sup><sup>1</sup> Instituto Mexicano del Petróleo<sup>2</sup> Academia de Prospección Geológica de Moscú  
vshevnin@imp.mx

Después algunos meses a un año de ocurrido el derrame, la contaminación de suelo por productos petroleros se caracteriza por una anomalía de baja resistividad como consecuencia del proceso de biodegradación. En condiciones someras, con oxígeno y humedad, las bacterias transforman hidrocarburos, provocando diferentes cambios físico-químicos en las propiedades del suelo y del agua contenida en los poros. El primer modelo geoelectrónico que explica los cambios dados por el proceso de biodegradación fue propuesto por W. Sauck donde se presenta una disminución de resistividad del suelo como resultado de aumento de salinidad de agua. En este modelo se establece una relación lineal entre la resistividad del agua y del suelo. E. Atekwana y colaboradores encontraron una débil correlación entre el cambio de la resistividad del agua y del suelo.

En estudios en campo de sitios contaminados y en laboratorio, con la ayuda de tanques reactores, se determinó que el cambio de resistividad del suelo contaminado se debe más a cambios de la conductividad superficial que a la conductividad electrolítica de agua. Este aumento de la conductividad superficial es debido probablemente a un aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo contaminado.

Tanto en campo como en laboratorio se aplicó el método SEV. Se ha planteado que el método SEV no puede separar influencia de conductividad electrolítica y conductividad superficial, pero esto es posible mediante la realización en laboratorio de mediciones de resistividad del suelo versus salinidad del agua. En el campo podemos estimar la influencia relativa de la conductividad electrolítica y superficial con mediciones de resistividad de agua adicionales a las mediciones de SEV, permitiendo caracterizar la contaminación del suelo por productos petroleros con mayor precisión.

GGA-3

### ESTUDIO GEOELÉCTRICO DE SITIOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS: DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PETROFÍSICOS A PARTIR DE RESULTADOS GEOELÉCTRICOS

Shevnin Vladimir<sup>1</sup>, Delgado Rodríguez Omar<sup>1</sup>, Zegarra Martínez Hector<sup>1</sup>, Ochoa Valdés Jesús<sup>1</sup>, Mousatov Aleksandr<sup>1</sup> y Ryjov Albert<sup>2</sup><sup>1</sup> Instituto Mexicano del Petróleo<sup>2</sup> Academia de Prospección Geológica de Moscú  
vshevnin@imp.mx

Los métodos geoelectrónicos, como el método de resistividad y perfilaje electromagnético, son útiles en estudios de sitios contaminados por productos petroleros. Debido al proceso de biodegradación, después de algunos meses que ocurrido el derrame, el medio afectado presentará valores bajos de resistividad. No obstante, otros factores como cambio de litología o aumento de la

salinidad del agua en los poros provocan un efecto similar. Con el objetivo de discriminar estos efectos en la anomalía de baja resistividad se realiza la medición de la resistividad del agua en diferentes puntos del área de estudio (en pozos y norias, en arroyos y ríos, en lagunas y charcas). El conocimiento de los valores de resistividad de agua y su distribución en el área nos ayuda a determinar el origen de anomalías de resistividad.

Durante la etapa de procesamiento de datos se utiliza el algoritmo petrofísico desarrollado por Ryjov, que permite modelar la resistividad de suelo en dependencia de la salinidad de agua, contenido iónico de sales, contenido de arcilla, porosidad de los componentes (arena y arcilla), humedad, temperatura y algunos otros parámetros del suelo. Este algoritmo resuelve la tarea inversa determinando tres parámetros petrofísicos: contenido de arcilla, porosidad y capacidad de intercambio catiónico (CIC).

En zonas contaminadas por hidrocarburos los valores de contenido de arcilla y CIC son anómalos (más altos) en comparación con los valores en zonas limpias. En zonas no contaminadas estos parámetros nos ayudan a caracterizar las diferentes capas (acuíferos y acuitardos) y estimar riesgos de contaminación (vulnerabilidad de acuitardo).

La utilización del algoritmo de interpretación 2D de datos de SEV M.H.Loke nos brinda nuevas posibilidades de aplicación de los parámetros petrofísicos estimados por resistividad. Como resultado de la aplicación del programa Res2DInv se tiene un modelo de resistividad con igual cantidad de capas y espesores constantes para todos los sondeos del perfil (y del área). Con ayuda de estos modelos es fácil construir mapas para una profundidad constante o para una misma capa, facilitando la localización de zonas contaminadas.

GGA-4

#### **ANÁLISIS DEL FRACTURAMIENTO RECIENTE EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES**

Sotelo Rodríguez Arturo  
misb@cablenext.com.mx

En los últimos veinticinco años han aparecido en el valle de Aguascalientes decenas de grietas y fallas, la mayoría de varios kilómetros de longitud. El fenómeno ha provocado el deterioro y hasta el derrumbe de más de 1,200 fincas, entre casas habitacionales y lotes baldíos, aunado al fisuramiento de la Catedral Metropolitana y de otros edificios públicos y privados, así como daños al poliducto de PEMEX y a la red general de agua potable y alcantarillado. Para explicar el origen del fracturamiento institucionalmente se está manejando la tesis de que las fallas son producto de una sobre-explotación de los mantos acuíferos, derivadas de un proceso de consolidación inducido. Sin embargo el autor de la presente ponencia pretende desvirtuar tales afirmaciones; para esto elaboró la carta estratigráfica Aguascalientes, esc. 1: 50,000, con una cobertura de 1,100 kilómetros cuadrados. Como resultado del estudio se descubrieron y analizaron dos enormes fallas de dimensiones continentales que limitan el valle de Aguascalientes al poniente y al oriente; la primera, bautizada por el suscrito como Tapias Viejas- los Arquitos tiene una longitud de más de 160 kilómetros, y la segunda, conocida como Aguascalientes, tiene alrededor de 70 kilómetros de desarrollo. Los movimientos relativos de las dos superfallas fueron los causantes directos del fracturamiento y posterior hundimiento del

valle. Para comprobar que la sobre-explotación de los mantos acuíferos no tiene nada que ver con la aparición de las fallas, el autor está manejando doce diferentes argumentos geológicos y geotécnicos.

GGA-5

#### **PROBLEMÁTICA DE LAS FALLAS GEOLÓGICAS EN LA ZONA URBANA Y CONURBADA DE SAN LUIS POTOSÍ-SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ**

Mata Segura José Luis<sup>1</sup>, López Doncel Ruben<sup>1</sup>, Rodríguez Ríos Rodolfo<sup>1</sup>, Arzate Flores Jorge<sup>2</sup> y Pacheco Martínez Jesus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UASLP

<sup>2</sup> Centro de Geociencias, UNAM  
jolumata@hotmail.com

En los últimos seis años, en la zona urbana y conurbada de la ciudad de San Luis Potosí, han estado ocurriendo nuevos agrietamientos del terreno, lo que ha ocasionado rompimiento progresivo del pavimento de calles, sistemas de agua potable y drenaje, ruptura de muros de casas y de algunos edificios públicos. Este fenómeno ocurre principalmente a lo largo de un sistema de fallas con dirección N-S en su parte septentrional y N-NW en su parte meridional. Los rasgos generales de las fallas en la capital de San Luis Potosí son principalmente: formación de grietas de tensión, depresiones y pliegues alargados de pisos de casas, en pavimentos de calles (los ejes de los pliegues y planos de ruptura son oblicuos respecto a la traza de las fallas), y asentamientos diferenciales entre los bloques que dividen las fallas.

En la ciudad de San Luis Potosí, como en la mayoría de las ciudades del centro de México, el crecimiento de la población ha sido acelerado en los últimos 20 años, por lo que se ha incrementado la perforación de pozos profundos para el abastecimiento de agua potable, lo que ha generado la sobreexplotación de los acuíferos. La extracción desmedida de agua del subsuelo ha ocasionado en algunas ciudades (Celaya, Aguascalientes, Morelia, Querétaro) asentamientos del terreno y la formación de fallas en zonas urbanas, siguiendo la mayoría de los casos los patrones de fallas que definen las estructuras tectónicas de los valles donde se asientan dichas ciudades. En el caso de la ciudad de San Luis Potosí la sobreexplotación del acuífero profundo del valle se ha documentado desde hace aproximadamente 20 años, sobre todo en la zona urbana y conurbada de S.L.P. por lo que resulta lógico pensar en una influencia directa del abatimiento de los acuíferos ( $\pm$  50 mts.) sobre este fenómeno. Existe cierta correlación entre las trazas de los agrietamientos en superficie y las principales estructuras en el subsuelo (fallas detectadas por perforación de pozos de agua potable y estudios gravimétricos), sugiriendo que pueden estar ligadas genéticamente. Sin embargo, las características de ruptura del terreno en la zona urbana tal como se han documentado, sugieren un tipo de ruptura por fallamiento a rumbo más que por asentamiento de terreno o por fallamiento normal. Es decir, que a diferencia de otros valles tectónicos, la generación de agrietamientos en la zona parece más relacionada con una importante componente de esfuerzos de deformación en la dirección de la falla. Sin embargo éstos esfuerzos de transtensión parecen actuar en combinación con los esfuerzos horizontales producidos por los hundimientos diferenciales ocurridos a uno y otro lado de la zona de falla.

GGA-6

**LOS RIESGOS GEOLOGICOS EN LA REGIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO COMO BASE PARA EL DESARROLLO DE UN MÉTODO CIENTÍFICO DE RIESGOS EN LA REGIÓN DEL VOLCÁN DE COLIMA**

Chapa Guerrero José Rosbel, Ibarra Martínez Sergio Eduardo, Cortez Losoya Rosa Elia y Montalvo Arrieta Juan Carlos  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
jochapa@ccr.dsi.uanl.mx

El presente trabajo mostrará, con base a las experiencias y conocimientos ganados en la ingeniería práctica, la vinculación geológica, tectónica y geotécnica en relación a la estabilidad de los taludes escarpados, como ejemplo principal una región tipo de la Sierra Madre Oriental ubicados en el área de Monterrey, México y otra ubicada en las márgenes del Volcán de Colima. Las condiciones geológicas y tectónicas así como de ingeniero-geológicas juegan un papel decisivo en el reconocimiento de las causas y origen de un movimiento en masa y en las medidas de saneamiento requeridas. En el presente trabajo serán dadas estas medidas a través de una carta de riesgos geológicos en la Sierra Madre Oriental y por otro lado se discutirá las posibilidades de implementar esta metodología en el Volcán de Colima.

Es importante señalar que, en las últimas décadas del siglo pasado se puso de manifiesto en el ámbito científico, la gran necesidad de realizar investigación en la línea sobre los riesgos geológicos. De acuerdo a esto y analizando la gran explosión demográfica del área metropolitana de Monterrey, con una población de cerca de 4 millones de habitantes, se empezó a trabajar desde hace algunos años en el implemento de una metodología de ingeniería geológica científica que ayude a subsanar los diferentes problemas geológicos que se presentan al construir en diferentes zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental y también en sus valles. Por otro lado, se debe señalar que dicha metodología se esta comenzando a analizar para implementarse en regiones volcánicas, como lo es el volcán de Colima.

Dentro de las zonas urbanas que ya han sido estudiadas dentro de área metropolitana de Monterrey se pueden enumerar las siguientes. Frente de la Sierra Madre Oriental, Cerro de las Mitras en San Pedro y Monterrey, Cerro del Topo en Monterrey, Cerro de la Silla en Guadalupe y Monterrey y el cerro Mederos de Monterrey. Cabe aclarar que estas regiones estan en un gran porcentaje urbanizados, de una forma desordenada con una planificación muy restringida.

Para llegar a conjuntar una carta de riesgos geológicos en el área de estudio es necesario hacer un análisis de la estabilidad de los taludes escarpados. Para esto se deben hacer un análisis de los aspectos geomorfológicos, elaborar cartas geológicas y tectónicas a escalas 1:25000 o mas precisas aún 1:10000, hacer un análisis de las zonas homogéneas en roca y en suelos, evaluar los problemas geotécnicos del área en estudio, hacer un análisis de la estabilidad de los taludes y con toda esta información construir una carta de riesgos geológicos.

GGA-7

**MINERAL WEATHERING AND SURFACE WATER CHEMISTRY: LOCAL AND GLOBAL QUESTIONS**

Drever James I.  
Dept. of Geology & Geophysics, University of Wyoming, USA  
drever@uwyo.edu

Mineral weathering is the major control on the composition of unpolluted surface waters. It is also the most important long-term control on the CO<sub>2</sub> concentration of the atmosphere and hence global temperature. Early attempts to explain the compositions of waters draining silicate terrains were based on concepts of mass balance and chemical equilibria among secondary phases. More recent approaches have focused on mineral dissolution kinetics and on field studies, particularly studies that link soil profiles to runoff chemistry. There has been a great deal of laboratory work on mineral dissolution kinetics but the outcome in terms of predicting or understanding weathering rates in the field (and hence surface water compositions) has been disappointing. This is probably because of the importance of transport processes as distinct from reaction kinetics in determining field weathering rates, and because of the importance of coupling between physical erosion and chemical weathering. The role of vegetation is complex. It is not an explanation for the common observation that weathering rates in the field are much slower than would be predicted from laboratory experiments using inorganic acids and salts.

Overall, the most important controls on weathering rate appear to be runoff, temperature, and physical erosion rate. The important geographic locations of CO<sub>2</sub> consumption by weathering are volcanic terrains in the tropics, where temperature, rainfall, and erosion rates are all high. The direct effect of glaciation on global weathering rates seems to be relatively small.

Some of these principles will be illustrated by data from the Rio Ameca basin in Jalisco and Nayarit.

GGA-8

**PRODUCTOS DE ALTERACIÓN EN RESIDUOS DE OPERACIONES MINERAS DE YACIMIENTOS TIPO SKARN EN MEDIOS SEMIÁRIDOS**

Castro Larragoitia Javier, Arteaga Nubia y Monroy Fernández Marcos Gustavo  
UASLP  
gcastro@uaslp.mx

Los procesos de beneficio de menas minerales metálicas tiene como producto ineludible, la generación de grandes cantidades de residuos, con concentraciones importantes de minerales metálicos sin interés económico, pero si relevantes desde una perspectiva ambiental. Estos residuos son acumulados en los alrededores de los proyectos mineros en las denominadas presas de jales, las cuales frecuentemente fueron construidas sin pensar en una posible restauración de las mismas al final de su vida activa. La falta estabilización permite que el material sea dispersado por acción de los agentes meteóricos y cantidades considerables de elementos potencialmente tóxicos sean liberados al ambiente.

Los minerales metálicos acumulados en las presas de jales quedan expuestos a un medio oxidante el cual es saturado periódicamente a través de lluvias estacionales, condiciones bajo las cuales nos son estables y sus productos de reacción pueden comprender la formación de óxidos e hidróxidos, sulfatos, etc, así como tener el potencial de liberación de metales toxicológicamente relevantes al medio circundante y/o la generación de drenaje ácido de roca (DAR). La identificación de los minerales que están siendo generados bajo estas condiciones permite identificar el tipo de reacciones que están ocurriendo en los residuos, el potencial de estos para liberar metales y al mismo tiempo suministrar información para identificar las medidas que se podrían implementar para su estabilización.

En el presente trabajo se investigó la mineralogía presente en las presas de jales de dos yacimientos tipo skarn: uno rico en sulfuros de hierro y cobre (A), el otro rico en sulfuros y sulfosales de plomo, zinc, cobre y plata (B), ambos localizados en medios semiáridos. Las muestras obtenidas fueron analizadas por difracción de rayos X, por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) equipada con EDAX y sus contenidos de metales pesados totales se determinaron por Espectrometría de Absorción Atómica.

Las observaciones de campo permitieron identificar un fuerte desarrollo de minerales secundarios en la superficies de las presas de residuos. A profundidades que varían de entre los 0.3 m en el caso del yacimiento A y hasta 1.3 m en el caso de B se localiza una zona de cementación, a partir de la cual se reconoce la mineralogía primaria con un grado de alteración cada vez menor, señalando a esta zona como barrera para la difusión del oxígeno hacia el interior de la presa. La difracción de rayos X permitió identificar fases secundarias como el yeso, la jarosita y la goethita entre otros, en una matriz dominada por los minerales de ganga de los yacimientos (granate, cuarzo, calcita, etc.). Al análisis con ayuda del MEB permitió reconocer el avance del proceso de alteración en los sulfuros primarios hacia las fases arriba mencionadas, así como identificar que este proceso es responsable de la liberación de elementos como el As y metales pesados, los cuales son removidos de los sulfuros primarios poniéndolos a disposición para que sean adsorbidos y/o coprecipitados con los hidróxidos de Fe u otros minerales, o sean liberados al ambiente por soluciones percolantes generadas por las precipitaciones estacionales.

GGA-9

### VITRIFICADO DE JALES DE ARSÉNICO PROVENIENTES DE ZIMAPAN, HGO.

Juárez Sánchez Faustino<sup>1</sup>, Picazo Martínez Martín<sup>2</sup>, Morales Martínez Tomas<sup>2</sup>, Urrutia Fucugauchi Jaime<sup>1</sup> y Cabrera Moctezuma Olga<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Facultad de Química, UNAM  
tino@geofisica.unam.mx

#### Planteamiento del problema

En el Municipio de Zimapan, Hgo. Se encuentra una de las principales fuentes de arsénico, lo cual es un verdadero problema para la salud humana, ya que este elemento es altamente tóxico y toda la zona corresponde a un depósito natural de minerales de arsénico, por lo tanto la contaminación de los acuíferos y atmósfera esta totalmente impactada por este compuesto.

Las técnicas de eliminación o fijación hasta el momento empleadas resultan deficientes por la alta movilidad de As.

Por lo que se requiere de un proceso que impida esta movilidad, este proceso es la estabilización por vitrificado.

#### Objetivo

Desarrollar un proceso de estabilización de los residuos de As en lodos de tratamiento y jales de minerales

#### Hipótesis

Dadas las propiedades de los silicatos en los minerales se puede establecer un proceso que permita controlar la movilización de un componente tóxico como lo es el arsénico que se encuentra contenido en los minerales de las zonas de explotación, esto se puede llevar a cabo con un proceso de aglomeración y una vitrificación, si dichos procesos son llevados a cabo considerando el balance metalúrgico correspondiente y las condiciones de formación (presión y temperatura) adecuadas, se va a poder obtener un material que contenga los desechos del jales y lodos de plantas de tratamiento, logrando de esta forma una inmovilización del principal componente que es el As.

#### DESARROLLO EXPERIMENTAL

Los jales conteniendo arsénico se llevan a molienda en un molino de bolas. Posteriormente se vierte en un recipiente pasando por una criba de ¾" para separar las bolas de molino y el jale molido.

El jale molido se pasa por el partididor de Jones para separar en dos partes iguales. Una parte se coloca en el rotap para realizar el análisis granulométrico, la otra parte se toma para mezclarla con los reactivos específicos. La mezcla se tritura en un mortero de porcelana hasta homogenizar y pulverizar la sílice.

#### Para moldear los pellets

Se toma la mezcla y se agrega un 12% de agua.

La mezcla húmeda se coloca en un molde de geometría esférica.

El molde con la mezcla húmeda en su interior se coloca en una prensa hidráulica y se aplica presión.

El pellet así obtenido es colocado en una mufla para su secado, posteriormente al se le el compuesto vitrificante desarrollado en este trabajo, de donde se obtiene un vidriado uniforme aproximadamente de 1 mm de espesor.

El pellet obtenido se sometió a varias pruebas de estabilidad y solubilidad, para saber los probables cambios (de oxidación del Fe y As, tamaño de partícula principalmente) por el proceso, unas de estas pruebas no destructivas son la medición de susceptibilidad magnética y la espectroscopia Mössbauer.

GGA-10

### GEOQUÍMICA DE SUELOS Y SU EFECTO EN LOS LIXIVIADOS DE UN TIRADERO A CIELO ABIERTO

Navarro Mendoza Susana, Aragon Sulik Manuel y Belmonte Jiménez Salvador  
CIIDIR, IPN, Oaxaca  
suscidir@hotmail.com

La edafogénesis del suelo, en donde se disponen los residuos municipales de la ciudad de Oaxaca se ve favorecida con la precipitación pluvial; de la cual se desprenden mecanismos

disolutivos. En primer término se incrementa la generación de lixiviados producidos por los residuos, posteriormente la eliminación de elementos más móviles del medio geológico del sitio, su arrastre en solución y/o en material, resultando una modificación en la composición tanto de lixiviados, como del entorno por donde circula. Por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar la influencia que tiene en los lixiviados la geoquímica del medio litológico en donde opera el tiradero municipal de la ciudad de Oaxaca de Juárez, el cual forma parte del proyecto SEMARNAT2001-C01-0097 y CGPI- I.P.N.

Para identificar la función del medio litológico en la calidad de lixiviados se realizó un análisis con difracción de rayos X y petrográfico, en muestras de material sano y alterado de la zona donde se ubica el tiradero.

Los resultados muestran asociación de micrita –espatita en un mas del 75%, cuarzo, feldespato, calcita, óxido de hierro y minerales arcillosos, por lo que el suelo residual evolucionado, presenta una mineralogía con características de variedades de Aluminosilicatos con armazón de los alcalinos y alcalinotérreos, asociado a sistemas monoclinico y triclinico alcalina, teniendo aniones adicionales como cloruros, carbonatos y sulfatos; así como  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ca} [\text{CO}_3]$ ,  $(\text{Al},\text{Mg})_2 [\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_8$ .

Estas características mineralógicas del material geológico ensayado, en principio genera mayor cantidad de material soluble, lo cual se ve reflejado en la solución de la zona no saturada, quien presentó conductividades eléctricas arriba de 2000 – 10,000 microS/cm, un enriquecimiento en aluminio y otros analitos.

Lo anterior indica que durante la evaluación de contaminación de la zona no saturada y saturada en zonas donde operen tiraderos a cielo abierto, no es suficiente detectar la presencia de contaminantes sino que se ha de definir si es de carácter endógeno o exógeno, ya que las características mineralógicas derivada de la propia geología puede estar aportando impurezas a los lixiviados contaminantes; como es el caso del tiradero del municipio de Oaxaca de Juárez. De hacerse parcialmente se corre el riesgo de tener una evaluación sesgada, y las acciones posteriores serán similares.

GGA-11

### ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR EN UN RELLENO SANITARIO LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE LINARES, NUEVO LEÓN

Bustamante García Javier, Cruz Vega Carlos Ramón y De León Gómez Héctor  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
jaboroc@hotmail.com

En el municipio de Linares, N.L. en el relleno sanitario se depositan en promedio más de 50 toneladas de desechos sólido/día provenientes de la ciudad y algunas zonas conurbadas.

La observación de lixiviados generados en el relleno sanitario, y de los cuales no se tiene control, generó la inquietud de realizar un estudio preliminar para determinar si en algún momento pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas aledañas al mismo.

El estudio consistió en trabajos de tipo geológico, estructural e hidrogeológico con base a la Norma Oficial Mexicana.

En el estudio hidrogeológico se tomaron lecturas de los niveles piezométricos de los pozos distribuidos en toda la zona, en diferentes períodos del año, con lo cual se determinó la dirección del flujo subterráneo. Los resultados de este estudio muestran que la dirección del flujo de agua superficial es coincidente con el flujo subterráneo y este a su vez con los sistemas de fracturas de la zona. Esta dirección de flujo indica también que de existir contaminantes, estos se dirigirían hacia la Presa El Cinco y a otras poblaciones pequeñas localizadas aguas abajo del sitio.

La continuidad del estudio contempla los análisis físico-químico, bacteriológico y de metales pesados de las aguas subterráneas y suelos, esto con el objetivo de llevar a cabo la zonificación de contaminantes en la zona.

GGA-12

### SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS SUELOS SUPERFICIALES DEL MUNICIPIO DE QUERETARO

Hernández Silva Gilberto<sup>1</sup>, Avila Murillo Fernando<sup>2</sup>, Solorio Munguía José Gregorio<sup>1</sup>, Molina Garza Roberto<sup>1</sup>, Solís Valdez Sara<sup>1</sup> y Mercado Sotelo Italia<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Matemáticas  
ghsilva@geociencias.unam.mx

Uno de los temas más activos en la actualidad en la Ciencia del Suelo lo constituye el concepto, manejo y evaluación de la Calidad del Suelo (CS). Una de las vertientes de este concepto tiene que ver comparativamente, con la calidad del agua y del aire, sistemas que cuentan con estándares probados para el seguimiento de cambios en su calidad. En contraste, el suelo constituye un sistema abierto y muy complejo; por lo que hasta ahora existen pocos estándares para evaluar su calidad ya que los diferentes métodos para caracterizar la mayor parte de sus parámetros son lentos y costosos, como es el caso de los metales pesados (MP), que lo hacen poco práctico para un seguimiento constante y a largo plazo. En este sentido, las mediciones de susceptibilidad magnética (SM) han probado ser una herramienta valiosa para monitorear la calidad del medio ambiente. Casi todos los materiales depositados sobre la superficie contienen minerales ferromagnesianos que pueden clasificarse por su concentración y tamaño de grano, usando los resultados derivados de propiedades magnéticas. Se sabe de la existencia de una relación entre el tamaño de las partículas y la presencia de MP; la relación SM con los MP puede ser usada como indicador de contaminación ambiental en suelos; es posible que a través de las mediciones magnéticas, se identifique la fuente de contaminación. El objetivo de este trabajo en su fase preliminar es, establecer la SM de los suelos superficiales del municipio de Querétaro y determinar algunas correlaciones estadísticas con características de los suelos. En un área de 770 km<sup>2</sup> se tomaron 215 muestras de suelos georreferenciadas (0-30 cm); se determinaron textura, velocidad de infiltración, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico total, CO<sub>2</sub>; Cr, Ni y Zn en 36 sitios; a 11 muestras se les determinó su mineralogía. A los 215 puntos se les midió la SM de alta (SMAF) y baja frecuencia (SMBF). A la base de datos resultante se le aplicó una estadística descriptiva, análisis de regresión múltiple y un análisis geoestadístico. Utilizando el método del vecino más cercano, se aplicó un SIG para mapear la distribución de la SM del suelo así como la de otros parámetros del suelo. Se utilizó el programa Surfer ver. 8 para el trazo de isólinas de los valores del variograma. Las correlaciones más significativas se encontraron entre SMAF con uso del suelo ( $r^2=0.24$ ), arcilla ( $r^2=-$

0.36), arena ( $r_2=0.23$ ), pH ( $r_2=0.23$ ), m.o. ( $r_2=0.34$ ). Con respecto a la SM tanto frecuencia alta como baja no se encontraron correlaciones con los metales pesados. El variograma para la SMFA con modelo exponencial, mostró una variabilidad espacial a distancias menores de 12.551 km; Las concentraciones mayores de SM se observan al NW y centro de la zona de estudio. En una segunda etapa se definirá el tamaño del grano de las partículas magnéticas, con el fin de ver si se correlacionan mejor con la concentración de MP.

GGA-13

### GEOLOGÍA URBANA DE LA REGIÓN DE GUAYMAS Y SAN CARLOS, SONORA

Vega Granillo Eva Lourdes, Vega Granillo Ricardo, De la O Villanueva Margarita y Araux Sánchez Elizabeth  
Universidad de Sonora  
lvega@geologia.uson.mx

Las principales poblaciones del área de estudio son Guaymas, San Carlos y San José de Guaymas. Guaymas es el principal puerto marítimo ubicado en el Mar de Cortés, contando con pesca, turismo, comercio, industria y agricultura. San Carlos es eminentemente turístico y el poblado de San José de Guaymas, se ubica en un valle dedicado mayormente a la agricultura.

El objetivo del presente trabajo fue aportar nuevos datos geológicos para incrementar el conocimiento y desarrollo urbano de esta zona costera. Con el apoyo del CONACYT se realizó trabajo de campo entre los años de 1999 y 2000. La investigación incluyó cuatro capítulos principales: un reconocimiento de la geología básica con la determinación de las unidades litológica, geología estructural y tectónica de la región; el estudio de los procesos costeros y la geología cuaternaria, enfocado al transporte de sedimento en las playas; una evaluación hidrológica superficial y subterránea; y por último, la revisión de los fenómenos naturales que afectan los asentamientos urbanos.

**GEOLOGIA.** Se encontró que las rocas más antiguas o basamento, son metasedimentos (Triásico superior-Jurásico inferior?) que afloran como colgantes aislados de granodiorita (Cretácico superior-Eoceno). Sobre éstas, se depositaron secuencias volcánicas terciarias de composición variable y lahares vulcanosedimentarios, finalizando con aluviones y coluviones (Plioceno-Reciente). Las estructuras geológicas más importantes corresponden a fallas normales y de desplazamiento lateral asociadas a eventos distensivos. Dos eventos tectónico-magmáticos, de edad Laramídico y Eoceno-Oligoceno afectan al área.

**PROCESOS COSTEROS.** Se generó un mapa base (escala 1:50,000) con ocho unidades geomorfológicas cuaternarias. El muestreo de sedimentos fue superficial y estacional (verano e invierno), con espaciamientos hasta de 250 m. Se realizó el análisis granulométrico y se determinaron las direcciones prevalencias de transporte de sedimentos en los diferentes muestreos y playas. Se identificaron las zonas más susceptibles a cambios naturales que significaran riesgos.

**HIDROLOGIA.** La cuenca se dividió en subcuencas, y se encontró que algunas podrían representar un riesgo para la población, por su orden, pendiente, densidad de drenaje y de corriente. Se establecieron tres unidades geohidrológicas. La piezometría mostró fuertes conos de abatimiento e intrusión salina en el valle agrícola de

San José de Guaymas. Se clasificaron las aguas en cuatro familias geoquímicas principales. Algunos de los pozos de agua potable para San Carlos, presentan abundantes cloruros y sólidos totales disueltos.

**RIESGOS NATURALES.** Datos históricos muestran que sólo tres ciclones han afectado la zona estudiada, por lo que este riesgo y el de inundaciones, es bajo. Respecto a sismos, sólo dos fuertes terremotos han afectado otras ciudades del estado, aunque en las costas y Mar de Cortés, son frecuentes los sismos de menor intensidad. En las ciudades de Guaymas y San Carlos, el principal riesgo geológico es el deslizamiento y caída de rocas, habiéndose fotografiado y medido algunos de los bloques peligrosos, para determinar su volumen y masa.

GGA-14

### ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD AL BASAMENTO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE LA PAZ B.C.S., UTILIZANDO INFORMACIÓN AEROMAGNETICA Y GRAVIMETRICA

Cruz Falcón Arturo<sup>1</sup>, Salinas González Felipe<sup>1</sup>, Vázquez González Rogelio<sup>2</sup>, Ramírez Hernández Jorge<sup>3</sup> y Prieto Mendoza Jesus<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> CICIMAR, IPN  
<sup>2</sup> CICESE  
<sup>3</sup> UABC  
afalcon04@cibnor.mx

Con el levantamiento de perfiles gravimétricos e información aeromagnética del Consejo de Recursos Minerales, se estimó la profundidad al basamento y la geometría de la cuenca subterránea en el valle de La Paz B.C.S.

En ambos casos (Anomalía de Bouguer y Magnética) el tratamiento de los datos para la separación regional-residual se eliminó el efecto regional utilizando un plano horizontal.

Como una primera aproximación para la estimación de la profundidad al basamento, se utilizó la fórmula para el cálculo de la gravedad en un punto sobre una capa horizontal de extensión infinita (Carmichael and Henry, 1977) con un contraste de densidad de 0.66 gr/cm<sup>3</sup>, de acuerdo a las características generales del basamento y el relleno sedimentario. Se modeló en 2D utilizando el programa de Webring (1985), el cual realiza inversión lineal generalizada.

Apoyados con la geología de superficie, estratigrafía y estudios de resistividad, se obtuvo una versión inicial de la geometría y profundidad del basamento.

GGA-15

### ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LIXIVIADOS CONTAMINANTES DE UN TIRADERO, POR MEDIO DE BOBINAS ELECTROMAGNÉTICAS

Navarro Mendoza Susana, Aragón Sulik Manuel y Belmonte Jiménez Salvador  
CIIDIR, IPN, Oaxaca  
suscidir@hotmail.com

La problemática ambiental generada por el manejo inadecuado de basura generalmente deja de ser puntual, y pasa a ser difusa, por tanto su abordaje representa altos costos si se emplean únicamente métodos tradicionales. En la última década se han incorporado

técnicas geofísicas a estudios de corte ambiental; aplicadas originalmente en la exploración de hidrocarburos, recursos minerales, prospección de aguas subterráneas entre otras.

La similitud de sus principios teóricos, metodológicos y de interpretación de información con los métodos conocidos, ha hecho que su aplicación sea cada vez más frecuente; particularmente en la evaluación de contaminación sub-superficial y subterránea, motivo del presente. Con equipo electromagnético denominado EM-34 se exploró el área donde se asienta el tiradero de la ciudad de Oaxaca, correlacionando con un muestreo dirigido en suelo y agua. Los resultados con el método indirecto o no intrusivo mostraron anomalías geoelectrónica en un rango de 3.0–4.0 mS/cm en una profundidad de 0 – 10 metros.

Las mediciones directas mientras tanto proporcionaron DQOs de: 9000-20000 mg/l; C.E. 0.3–10.5 mS/cm en extractos de suelo; 1.7–4.5 mS/cm; 2000–3000 mg/l de DQO en agua de pozo. Los resultados muestran anomalías eléctrica que ponen en evidencia zonas y aguas clasificadas como C-3 (0.750-2.250 mS/cm) y de muy alta salinidad (mayor a 2.25 mS/cm).

Estos resultados fueron correlacionados con la Demanda Química de Oxígeno, presentando una tendencia similar. Por lo que en este caso, las bondades que representa el método utilizado se reflejan en tiempo, costo y área estudiada, fundamentando a su vez una mayor especificidad para el análisis y muestreo directo. Este trabajo forma parte del proyecto SEMARNAT2002-C01-0097 y CGPI- I.P.N.

GGA-16

#### **DESARROLLO DE TRABAJOS GEODESICOS-TOPOGRAFICOS DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CULIACAN**

Bustamante Miguel<sup>1</sup>, Castro Rubén<sup>1</sup>, López Moreno Manuel<sup>2</sup>, Valderrama C. Rigoberto<sup>2</sup>, Plata Rocha Wenceslao<sup>2</sup>, Moraila V. Carlos R.<sup>2</sup> y García López Ramón V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán

<sup>2</sup> Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa  
bustamante@hotmail.com

La utilización de bases geodesicas confiables en el desarrollo de trabajos de cartografía y trazado de tuberías de alcantarillado y agua potable es indispensable.

Para la realización de estos trabajos ingenieriles la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Culiacán Sin, (JAPAC) con apoyo de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Sinaloa, estableció mediante observaciones del sistema global de posicionamiento una red geodésica de 22 puntos, la cual cubre la ciudad de Culiacán Sinaloa. Estos puntos han sido utilizados como la base geodésica y su densificación como apoyo en el control de obras de trazo de tuberías de agua potable y alcantarillado.

Además esta red sirve de apoyo para la generación de la cartografía confiable, para el monitoreo del control urbano de la ciudad.

La precisión alcanzada por esta red es de primer orden con longitudes entre lados de aproximadamente de cuatro Km.

GGA-17

#### **ESTUDIO SISMOACÚSTICO PARA EL PROYECTO DE DRAGADO EN EL ÁREA DE CIABOGAS DEL PUERTO DE MAZATLÁN, SIN.**

Parra Barrera Angel  
Comisión Federal de Electricidad  
angel.parra@cfe.gob.mx

Como parte del proyecto ejecutivo en el que la Administración Portuaria Integral (API) del puerto de Mazatlán realizará obras de dragado en el área de ciabogas, localizada frente a la base naval del puerto y en la parte oriental del canal de acceso, se llevó a cabo un estudio sismoacústico para evaluar el espesor y la compacidad de los sedimentos no consolidados que se encuentran hasta la cota -12 m, referida al nivel de baja medio inferior.

Bajo el fondo marino, la capa de materiales sin consolidación mostró espesores desde 4.0 hasta 22 m, cuyos valores mínimos aparecen frente a la zona naval (5.0 m) y los máximos en la parte oriental del área estudiada, muy cerca de la isla de piedra. Los materiales que conforman la capa de material sin consolidación, según reportes de los barrenos exploratorios, corresponden a limos, arcillas y arenas, intercalados entre si.

La configuración de la cima de los sedimentos semiconsolidados indica que el área de ciabogas no ofrecerá problemas para los trabajos de dragado, debido a que corresponden a un material blando y fino, y las rocas se encuentran por debajo de la cota -12, nivel requerido para la ampliación del puerto.

GGA-18

#### **IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO SISMOTECTÓNICO EN LA REGIÓN ORIENTAL DEL TERRENO XOLAPA, EN LAS ZONAS DE FALLA CHACALAPA, COLOTEPEC Y MIXTEPEC-MANIALTEPEC, OAXACA**

Uribe Luna Jesús, Ramírez Bárcenas Maribel y Oregel Romero Alfredo  
Consejo de Recursos Minerales  
juribe@coremisgm.gob.mx

En un convenio de colaboración entre el Consejo de Recursos Minerales y la Unidad de Protección Civil, se elaboró una base de datos y mapas digitales de peligros naturales del Estado de Oaxaca en el que se definieron zonas de riesgo sismotectónico. Derivado de ello se desarrollaron estudios de mayor detalle entre 2003 y 2004, en la región comprendida entre Santa María Huatulco y Pinotepa Nacional, a lo largo de 200 kilómetros, en la mitad oriental del terreno Xolapa y en los límites con los terrenos Mixteco y Zapoteco. La interpretación fotogeológica mediante sensores remotos y el trabajo de campo permitieron obtener la definición espacial de las zonas de falla; Zimatán, Copalita, Piedra de Moros, Limón, Pochutla, Chacalapa, Juchatengo, Mixtepec, Manialtepec, Pinotepa y Jicayan, de oriente a poniente. Los datos obtenidos de azimut e inclinación en superficies de falla y en estrías y escalones permitieron la identificación de fallas de características de movimiento lateral izquierdo principalmente. Este sistema se encuentra interrumpido por la zona de falla Colotepec que se extiende 60 kilómetros desde Puerto Escondido hasta la región de San Bartolo Loxicha, hacia el noreste, con característica de movimiento lateral derecho. La base de datos de

epicentros sísmicos obtenida de los boletines del Servicio Sismológico Nacional y su representación dentro de un sistema de información geográfica, demuestra la relación de la actividad sísmica con las zonas de falla de una geometría casi paralela a la costa de Oaxaca así como su relación con el límite tectónico de las placas Cocos y Norteamérica. Por otra parte, la representación espacial de los puntos de momento sísmico del catálogo del tensor de momento de Harvard, muestran planos de falla oblicua para la mayor parte de los eventos sísmicos relacionados a las zonas de falla Chacalapa y Colotepec. Otros temas como las unidades de litología, los vectores e imágenes de campo magnético total, reducción al polo, modelo digital de relieve, mosaicos fotográficos y estudios petrográficos complementaron la interpretación de unidades litodémicas en las zonas de falla que se componen de; granito, granodiorita, gneis milonítico, protomilonita, milonita y ultramilonita. En cuanto a la zona de falla Colotepec, los litodemas se componen de; granito, granodiorita, gneis milonítico, migmatita y granito anatexitico. En la identificación de las zonas de peligro sismotectónico se consideraron las localidades, pueblos, ciudades y municipios para determinar la exposición y la vulnerabilidad en el nivel habitantes, pobreza y marginación a partir de lo cual se determinó que los municipios de Pinotepa, Huazolotitlán, Jamiltepec, Tututepec, Mixtepec, Colotepec, Tonameca, Santo Domingo Morelos, Candelaria Loxicha y Pochutla, se encuentra dentro de una zonificación de riesgo alto.

GGA-19

### **MICROZONIFICACIÓN SISMICA DE LA CIUDAD DE TLAXCALA, TLAX. MÉXICO**

Bernal Esquia Yesenia Isabel y Lermo Samaniego Javier Francisco  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
ibernal@axil.igp.gob.pe

Se reconoce que la ciudad de Tlaxcala presenta un alto potencial sísmico por la presencia de sismos corticales y de intraplaca. Se presenta un mapa de microzonificación sísmica basado en el análisis de la sismicidad del estado, la topografía, hidrología y características geológicas de la zona urbana, así como la estimación del efecto de sitio de sus suelos aluviales, utilizando la técnica de Nakamura en 56 sitios de la ciudad de Tlaxcala. Los resultados obtenidos han permitido elaborar un mapa de isoperiodos con curvas de 0.2 y 0.8 segundos en el extremo norte y curvas de 0.1 y 0.5 segundos en el extremo sur de la zona urbana de esta ciudad. La microzonificación presenta tres zonas, siendo la zona I, la más vulnerable por la posibilidad de presentarse el fenómeno de resonancia al coincidir los modos de vibrar de sus suelos con respecto a sus viviendas.

GGA-20

### **ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DE LOS FLUJOS DE AVALANCHA DEL VOLCÁN EL TANCÍTARO, EN MICHOACÁN, MÉXICO**

Arreygue Rocha Eleazar<sup>1</sup>, Canuti Paolo<sup>2</sup>, Casagli Nicola<sup>2</sup>,  
Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>1</sup> y Morelli Stefano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UMSNH

<sup>2</sup> Universidad de Florencia, Italia  
arrocha@zeus.umich.mx

El volcán El Tancítaro es el edificio más grande del Estado de Michoacán, se localiza en el sector suroeste del Corredor Tarasco, en la intersección de dos sistemas importantes de fracturamiento, el

primero tiene una dirección NW-SE en la zona de la falla Chapala-Oaxaca y el segundo ubicado en el Corredor Tarasco con dirección NE-SW. Su estructura es claramente visible en las fotografías aéreas y en las imágenes de satélite. Es un volcán compuesto de tipo andesítico-dacítico con una altura de 3840 m, y una estructura en forma de herradura abierta hacia el oriente. Dicha estructura está cortando un valle con forma de "U", por lo que se considera que dicho valle es evidencia de un antiguo glaciar. Su erosión es muy intensa, seguramente debido a efectos del agua y de los glaciares. Dentro de esta estructura en forma de herradura, se observa un domo de tipo resurgente. En la parte sureste del Tancítaro se localizaron depósitos de avalanchas que están asociados con la formación del colapso. La edad de esta avalancha no se conoce, sin embargo debido a que la estructura en herradura está cortando a los valles en forma de "U" podría ser de edad menos a 10,000 años.

Esta gran avalancha en las imágenes y fotografías aéreas se puede observar con una longitud máxima de 73 km, con una superficie de 172 km<sup>2</sup>, y un volumen de 26 km<sup>3</sup>, aproximadamente.

A lo largo de los depósitos se han encontrado granulometrías diversas. Por ejemplo en los primeros 20 Km. el depósito presenta pequeñas colinas (hummocks) que desaparecen después de dejar el Corredor Tarasco y entrar en la zona de la cuenca del Río Tepalcatepec. En la parte distal y cercana al Río Tepalcatepec se observa como los depósitos se hacen más finos pero portando bloques con estructura de rompecabezas. En esta última zona los depósitos están basculados, evidenciando una posible actividad tectónica durante el Holoceno. Como substrato y cubriendo a estos depósitos encontramos sedimentos de tipo fluvial y volcánoclasticos.

GGA-21 CARTEL

### **LOS RECURSOS GEOLÓGICOS Y LA PROMOCIÓN TURÍSTICA INTEGRAL: LA RUTA DEL MINERAL EL TRIUNFO, B.C.S. MÉXICO**

Rojas Soriano Humberto, Gaitán Morán Javier, Alvarez Arellano Alejandro Daniel, Martínez Noriega César y Rojo García Paulino  
UABCS  
hrojas@uabcs.mx

Los primeros trabajos de explotación minera en el Distrito Minero El Triunfo-San Antonio datan del siglo VIII con la llegada de los españoles a la Península de Baja California. En virtud del clima semiárido y lo incomunicado de la región, no fue sino hasta fines del siglo XIX cuando se establecieron las primeras empresas extranjeras y este distrito inició su auge, explotando principalmente oro y plata. Posteriormente, la inestabilidad política y la revolución que afectó a México a principios del siglo XX, propiciaron la salida de estas empresas extranjeras. Desde entonces, la actividad minera ha sido irregular y en la actualidad es prácticamente nula. En la localidad de El Triunfo existe un patrimonio de construcciones y obras mineras que datan de esa época dorada y que hoy en día la mayoría de ellas se encuentran abandonadas y en algunos casos, casi en ruinas. Sin embargo, actualmente la Coordinación de Turismo Estatal ha puesto en marcha un programa de restauración y rehabilitación de algunos lugares. Se elaboró un sendero temático de esta localidad que muestra que muestra diversos sitios de interés relacionados con la antigua actividad minera como son minas, terreros, chimeneas, panteones, etc. Este sendero busca fomentar el turismo alternativo y buscar otra opción de esparcimiento y cultura distinta a la tradicional.

## GGA-22 CARTEL

**GEOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

Monroy Sánchez Jaime, Wurl Jobst, Rojo García Paulino y  
Quintana Araiza Gloria Gabriela  
UABCS  
jmonroy@uabcs.mx

El planeta tierra ofrece al hombre un lugar para vivir y una gran cantidad de recursos para el desarrollo de la vida.

Sin embargo; la falta de planeación y asesoría en el desarrollo de asentamientos humanos y en el aprovechamiento de recursos renovables puede traer consigo una alteración del Medio Ambiente originando grandes modificaciones en sus condiciones originales, con lo cual se producen perjuicios que en ocasiones son de carácter irreversible.

La extracción de aguas subterráneas, las explotaciones mineras, el aprovechamiento de recursos energéticos, la utilización del suelo y el vertido de desechos son algunos ejemplos de la actividad del hombre que si bien son el reflejo de un gran desarrollo humano, cuando se realizan sin asesoría y control, se convierten en acciones enormemente dañinas para el Medio Ambiente.

La ordenación del uso del territorio y el manejo correcto de los recursos es la respuesta a estos problemas. En esta labor multidisciplinaria la Geología, auxiliada por otras ramas de las ciencias, tiene un importante papel, ya que: es una herramienta eficaz para la correcta ordenación del uso del territorio en el que se tenga en cuenta el aprovechamiento de los recursos y la consideración de los posibles impactos al Medio Ambiente, logrando una óptima planificación de los usos del suelo y una mejor utilización del espacio físico disponible.

## GGA-23 CARTEL

**EL MEDIO FÍSICO Y LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

Santamaría Saldaña Dora Elva  
Gerencia de Estudios Ingeniería Civil, Comisión Federal de  
Electricidad  
ttavares@cfe.gob.mx

La Gerencia de Ingeniería Civil de la CFE integró en el año 2000 un grupo técnico multidisciplinario, cuya finalidad ha sido realizar Estudios de Impacto Ambiental para los Proyectos Eléctricos. Este tipo de estudios es de carácter obligatorio conforme al reglamento LGEEPA para todo tipo de obra o actividad que interactue con el sistema ambiental y ocasione impacto en el mismo. Los Estudios de Manifestación de Impacto Ambiental actualmente son requeridos por las Divisiones de Distribución que tienen como objetivo distribuir y comercializar la electricidad. El Sistema Ambiental es estudiado en tres grandes grupos: Biótico, Físico y Socioeconómico. El Aspecto Físico en el que se incluyen las características meteorológicas, geológicas, sísmicas y volcánicas tienen gran importancia porque en algunas áreas litorales del Pacífico el impacto provocado por fenómenos naturales sobrepasa al impacto que resulte de las actividades humanas. Así es que el planteamiento de la valoración del Impacto Ambiental considerando sólo el impacto por la obra o actividad humana, tendrá que ser reconsiderado tomando en cuenta

los efectos de los fenómenos naturales que impactan a los Sistemas Ambientales, a fin de tener una mejor visión del escenario futuro de una obra y su entorno ambiental.

## GGA-24 CARTEL

**ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE ZAMORA MICHOACÁN**

Vázquez Rosas Ricardo<sup>1</sup>, Garduño Monroy Victor Hugo<sup>2</sup>,  
Aguirre González Jorge<sup>1</sup>, Mijarez Arellano Horacio<sup>1</sup> y Arreygue  
Rocha Eleazar<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH  
rvazquezr@iingen.unam.mx

El Estado de Michoacán forma parte de una de las zonas con mas alta sismicidad de nuestro país, donde se han generado sismos históricos de más de 8.0 grados de magnitud (Jara J.M., Sánchez A. R., 2001). Al realizar una recopilación histórica con datos que se remontan a 1882 se encontró que en el estado, se tienen tres fuentes potenciales de generación de sismos:

Los generados por la actividad volcánica (Jorullo 1759, Parícutín 1943).

Tectónicos. 1) Subducción: sismos producidos por la Placa de Cocos (p.e. 1979, M 7.4 y 1985, M 8.1). 2) Intraplaca: son producto de la subducción pero con epicentro dentro de la placa continental, son sismos pequeños y a grandes profundidades donde la placa comienza a fundirse. Fallas Locales. Puesto que los sismos producto de las fallas locales son focos superficiales, esto provoca que la energía liberada, producto de un evento de este tipo, incida directamente (Falla de Acambay 1912). Y eventualmente los artificiales (construcción de presas).

Por lo cual es importante tener conocimiento de como se va a comportar el suelo ante un evento sísmico, ya que en la actualidad no se conocen los parámetros de seguridad de riesgo sísmico de cada ciudad, por lo que, los reglamentos de construcción se basan en el establecido para la ciudad de México.

En el presente trabajo se presenta una propuesta de Microzonificación sísmica usando el método de Nakamura.

Para la ciudad de Zamora se realizaron mediciones de microtemores usando sensores Guralp de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 10 arreglos en forma de triángulos equiláteros de 1 km de distancia entre sus vértices, procurando cubrir toda la ciudad, y al mismo tiempo tener el mayor número de registros posible. Se instalaron también dos acelerómetros K2 que se ubicaron: en dos tipos de suelo, uno en roca y otro en suelo blando. Estos acelerómetros se quedaron instalados durante un mes.

Con estos registros se calcularon los cocientes espectrales (H/V) de microtemores, se pudieron observar las frecuencias pico en los cocientes espectrales de microtemores alrededor de  $f=2$  Hz, y periodos aproximadamente de  $T=0.5$  seg. Con estos valores de frecuencias y de periodos se elaboró la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Zamora Michoacán con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

## GGA-25 CARTEL

**GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE LOS REYES METZONTLA-SANTIAGO COATEPEC, EXTREMO SURORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO**

Hernández Láscars Delfino

Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana  
held@xanum.uam.mx

En el área de estudio se describen por primera vez 14 unidades litoestratigráficas, de las cuales, una es Precámbrica (Complejo Oaxaqueño, 6.20%), cuatro son paleozoicas (Complejo Acatlán, 6.70%, de edad Pre-pensilvánico; Formación Matzitzitzi, 14.90%, de edad Pensilvánico); Dique Metzontla, 0.90% y Rocas Graníticas Calpetec, 3.70%, ambas de edad Pérmica); cinco son mesozoicas (Dique Los Reyes, 5.60%, y Sill Atolotitlán, 2.30%, ambas de edad Jurásico Medio; Lechos Rojos, 4.7%, de edad Aptiano; Formación Zapotitlán, 29.0%; de edad Neocomiano; Caliza San Luis, 1.40%, de edad Aptiano), y cuatro cenozoicas, (Andesita la Cruz, 0.9%, de edad Miocénica; Andesita Xochiltepec, 15.80%, de edad Post-Miocénica; Dique Zoluche, 0.20%, de edad Post-Miocénica y Conglomerado el Castillo, 7.5%, edad Post-Terciario).

Estas unidades en conjunto cubren una superficie de 201 km<sup>2</sup>, su relieve es muy abrupto de los 1650 a los 2450 m.s.n.m. Las geoformas establecidas por las distintas variedades geológicas tan variadas e irregulares, y una deformación estructural tan intensa, así como la necesidad de ubicar geográfica y estratigráficamente a la flora y fauna, obligó a plantear una metodología basándose en tres secciones estratigráficas, 2 hojas topográficas escala 1:50,000, 25,000 y 12,500; 57 fotografías aéreas, escala 1:25000 y 20 a 12,500; 200 ejemplares de roca; 60 secciones delgadas, 500 ejemplares de plantas fósiles, y 40 de fósiles de fauna.

Para determinar edades se utilizó los fechamientos isotópicos preexistentes y la descripción de los fósiles tanto de fauna como de flora, así como las relaciones estratigráficas verticales y horizontales. La conclusión del mapa geológico y su interpretación, es sin duda alguna una contribución para la evolución geológica y paleontológica, así como para el desarrollo sustentable de la región centro sur de México

Finalmente el mapa geológico que se presenta, esta grabado en un CD y fue dibujado en una digitalizadora SUMMA GRID con base a los programas ARC-INFO Y ARCVIEW, en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

## GGA-26 CARTEL

**INTEGRATED GEOPHYSICAL SURVEY IN SEARCH OF UNDERGROUND STRUCTURES ASSOCIATED TO CONTAMINATION RISK**Dena Oscar, Esparza Oscar, Avila Amaya Victor y Doser Diane  
University of Texas at El Paso, USA  
osdena@utep.edu

The presence of structures such as UST's and utilities could represent a potential environmental and geo-technical risk. The objective of this study was to combine different geophysical methods to search for the presence of underground structures that might represent a serious risk for future real estate developers from an

environmental and construction scope. The historical records reveal the presence of a Gas Station in the 1930's on the now vacant lot located in the EL Paso TX downtown area. The owner plans to develop the property into a parking lot and administration offices related to the State Park Services. Therefore, it was of urgency to carry out an environmental and geo-technical study to check for the soil integrity. The information given by an environmental consulting firm speculated the possible presence of metallic UST's and utilities buried in the site. To confirm or discard this concern, we decided to design a geophysical survey sensitive to metallic structures and hydrocarbon soil pollution. Electromagnetic and magnetic methods were applied to detect the spatial distribution of anomalies, and GPR profiling to delineate the depth structure of such anomalies.

## GGA-27 CARTEL

**GROUND PENETRATING RADAR STUDY OVER YOUNG FAULTS AND CAVERN AT THE TERMINUS OF THE FRANKLIN MOUNTAINS**De La Pena Marquez Alejandro, Goodell Philip y Dena Oscar  
University of Texas at El Paso, USA  
adelapena@utep.edu

Radar data has been obtained using a low frequency (110 MHz) antenna in order to get the best skin depth to resolve young faults and caverns. A nearby major cavern is proven to exist according to historical records. Studies have proven that a major fault had a 100 foot vertical displacement between 10,000 and 15,000 years ago. This study intends to find smaller faults that can still be active for a better geological understanding on this populated area.

## GGA-28 CARTEL

**GEOMETRÍA HIDRÁULICA Y MODIFICACIÓN DE CAUCES A LO LARGO DE ARROYOS EFÍMEROS EN LA CUENCA DE LA PAZ, B.C.S.**Martínez Gutiérrez Genaro, Orozco Quintana Dagoberto,  
Velasco García Agustín y Lira Beltrán Marcela  
UABCS  
martingg@uabcs.mx

La ciudad de La Paz ha presentado un crecimiento urbano acelerado en los últimos 8 años. En 1973, la ciudad cubría una área aproximada de ~15 km<sup>2</sup> y en la actualidad se estima que área urbanizada tenga una extensión de ~60 km<sup>2</sup>. Geológicamente la ciudad está asentada sobre varios abanicos aluviales plio-pleistocénicos, que se extienden de norte a sur. Los abanicos aluviales son disectados por arroyos efímeros que han incrementado su anchura como resultado de los escurrimientos extraordinarios producidos por tormentas monzónicas o tropicales. Por medio de un análisis de foto identificación y visualización de imágenes satelitales se estudiaron los cambios morfológicos y morfométricos de algunos de los arroyos que han afectado a zonas urbanizadas. En el presente trabajo se estudiaron tres arroyos que cruzan la carretera federal no. 1, estos arroyos son: El Mezquitito, La Huerta, y La Palma. Los tres arroyos inundan la carpeta asfáltica así como áreas urbanas dejando a su paso una gran cantidad de sedimento o erosión. Estos arroyos han cortado en algunas ocasiones la comunicación, producto del escurrimiento extraordinario. Se realizaron una serie de perfiles transversales y longitudinales en los arroyos para evaluar la geometría y forma del cauce antes y después de la temporada de lluvias (tormentas tropicales), con el propósito de estimar el volumen de sedimento

depositado o erosionado, y así estimar la tasa de erosión dentro de la cuenca. Se determinó que sobre la carpeta asfáltica circulan flujos laminares después de las intensas lluvias que pueden dejar de 15 a 25 metros cúbicos de sedimento, dependiendo del ancho del cauce. Por otro lado se observó que donde la carpeta asfáltica estaba ligeramente por arriba del gradiente general del arroyo se producía mayor erosión en la intersección del arroyo y carretera, mientras aquellos cauces donde la carretera sigue aproximadamente el mismo gradiente que arroyo, solamente hay acumulación de sedimento. El análisis visual de imágenes multi-temporales permitió identificar que los cauces han modificado su morfología, esto posiblemente aunado a la deforestación de la cuenca en los últimos 8 años. Los cambios en la morfología de los cauces puede traer consigo que áreas urbanizadas estén en peligro de inundaciones relámpago en los próximos años, si se continúa deforestando áreas naturales.

GGA-29 CARTEL

### **MICROZONACIÓN DE LA CIUDAD DE LINARES, N. L. BASADA EN GEOLOGÍA Y VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS**

Quintanilla López Yaneth, Montalvo Arrieta Juan Carlos,  
Meneses Charles Mariana Margarita, Ramos Zúñiga Luis  
Gerardo y Taméz Ponce Antonio  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
yennyql@hotmail.com

El presente trabajo, presenta los resultados de un estudio de microzonación de la ciudad de Linares, N.L., la cual esta basada en la geología y velocidades de propagación de ondas sísmicas.

La importancia del conocimiento de las propiedades físicas de los materiales geológicos tiene un fuerte impacto en diversas áreas de las ciencias de la tierra (mecánica de rocas, mecánica de suelos, ingeniería sísmica, en ramas de la ingeniería civil, entre otros).

Es muy conocido que el daño ocasionado por terremotos esta íntimamente ligado con las condiciones geológicas. Los sitios con sedimentos recientes y poco consolidados amplifican decenas de veces el movimiento sísmico, en comparación con los materiales más antiguos y consolidados (basamento o roca madre).

Un simple método para determinar la clasificación de las condiciones locales es por medio de las velocidades de propagación de ondas sísmicas (P y/o S) del material superficial. Esta técnica permite obtener valores de velocidad de propagación, con la finalidad de caracterizar la respuesta de cada unidad litológica. El equipo utilizado es un sismógrafo RAS24 de Seistronix de 24 canales, con geófonos Mark que registran la componente horizontal y vertical del movimiento del suelo, y como fuente se utilizó un marro y una placa de acero.

Se identificaron cuatro unidades geológicas que afloran en el área de estudio (suelo, aluvión, conglomerados y lutitas), en donde se realizaron una serie de perfiles sísmicos de refracción (directo e inverso) con diferentes aberturas. Las velocidades encontradas varían desde 180 m/s hasta 2000 m/s para ondas S y 330 m/s a 4000 m/s para ondas P. Correspondiendo los valores más bajos a la capa de suelo y los altos a las lutitas de la Formación Méndez. A partir de esta información se obtuvieron los espesores de las capas en cada perfil, los cuales fueron validados con datos de perforaciones someras en el área de estudio.