

Sesión Regular

# **Geología y geofísica ambiental**

Organizador:  
Damiano Sarocchi

GGA-1

## MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS Y MICROESPECTROSCOPIA A EFECTO RAMAN EN EL COBRE ESTRATIFORME DE LOS LECHOS ROJOS DE LAS VIGAS (COYAME) CHIH.

González Partida Eduardo<sup>1</sup>, Camprubí Antoni<sup>2</sup>, Canet Miquel Carles<sup>3</sup>, Piroron Jacques<sup>4</sup>, González Ruiz Luis Eduardo<sup>5</sup>, Díaz Carreño Erik Hugo<sup>6</sup>, Romero Rojas Mary Carmen<sup>6</sup> y Romero Rojas Wendy<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

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

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>4</sup>UMR-7566 G2R, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy France

<sup>5</sup>Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO

<sup>6</sup>Centro de Geociencias, UNAM

edgopa@gmail.com

Se presenta la metodología analítica y aplicación de la microtermometría de inclusiones fluidas y microespectroscopia a efecto RAMAN aplicada al caso del yacimiento mineral del Distrito minero de las Vigas Chih., El cobre estratiforme de Las Vigas se distribuyen por kilómetros en forma de mantos y lentes donde los sulfuros primarios corresponden a calcopirita, bornita, y pirita, alterados parcialmente a calcosita y covelita: Azurita y malaquita hematita y goethita son minerales producto de la oxidación en una ganga de cuarzo y calcita. Los sulfuros generalmente están cementando los granos de cuarzo y/o conformando bandas de sulfuros; igualmente se presentan troncos a arboles mineralizados. Muestras de calcita y cuarzo fueron analizadas en los diferentes mantos y lentes en Las Vigas, así como una muestra de cuarzo que silicificó troncos de madera mineralizada. Las inclusiones fluidas (IF) fueron del tipo líquido + vapor a líquido dominante y a líquido+vapor+sólido. Los sólidos analizados dentro de las inclusiones fluidas por microespectroscopia Raman corresponden a NaCl, calcita y calcopirita. La talla de las IF es pequeña variando de 5-15  $\mu$ m. La salinidad de la salmuera mineralizante varió de 16.6 a 32 % Peso Eq. NaCl, con temperaturas de homogeneización en un rango de  $T_h = 104^\circ\text{C}$  a  $205^\circ\text{C}$ . Se plantea la hipótesis de que los fluidos pueden provenir de la profundidad de la cuenca y es ahí donde adquieren su salinidad y capacidad de transporte del cobre mediante complejos clorurados, en un medio oxidante, los cuales al momento de circular hacia niveles estratigráficos más someros y reductores (materia orgánica y derivados diagenéticos), se diluyen y enfrían al entrar en contacto posiblemente con acuíferos someros (instalados en las arenas de las Vigas) precipitando la mineralización.

GGA-2

## APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS A ESTUDIOS ECOLÓGICOS: ADAPTACIONES DE ADQUISICIÓN DE AGUA DE LA ROCA FRACTURADA POR ARBOLES DE PINO Y ENCINO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO SIERRA SAN MIGUELITO.

Rodríguez Robles Ulises<sup>1</sup>, Ramos Leal José Alfredo<sup>1</sup>, Arredondo-Moreno José Tulio<sup>1</sup>, Huber-Sannwalds Elisabeth<sup>1</sup> y Yezpe Enrique A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON

ulises.rodriguez@ipicyt.edu.mx

La Sierra de San Miguelito es un macizo montañoso de rocas volcánicas de baja permeabilidad altamente erosionadas por el proceso de exfoliación y se caracteriza por presentar suelos rocosos someros (<25 cm). Aunque los suelos son muy superficiales sostienen una compleja arquitectura del bosque tropical-semiárido de pino y encino. Estudios recientes sugieren que los árboles nativos pueden tener la capacidad de extraer el agua del regolito de la roca. Sin embargo, se sabe muy poco acerca de la distribución de las raíces que crecen por debajo de los suelos rocosos, debido a las dificultades de excavación de la roca madre. Los métodos de exploración geofísica son una oportunidad comprometida ya que son una herramienta no destructiva que proporcionan datos espaciales intensivos y de profundidad de cobertura casi instantáneos para estudios de evaluación cuantitativa y repetible en las investigaciones ecológicas a largo plazo. En este estudio, se presenta el uso del GPR y ERT para detectar patrones espaciales y temporales de la humedad en los suelos poco profundos y en la roca erosionada para la investigación de campo. Nuestros objetivos fueron caracterizar el suelo rocoso erosionado usando cuatro antenas de diferentes frecuencias (50, 250, 500 y 800 MHz). Pusimos a prueba la capacidad del GPR con una antena de 500 y 800 MHz para detectar las raíces de diferentes tamaños y en diferentes profundidades (10, 20 y 30 cm) en un bosque que crece en la roca volcánica fracturada.

GGA-3

## SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SITIOS POTENCIALES PARA ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> EN ACUÍFEROS SALINOS DE LA CUENCA DE BURGOS

Medina Romero Erik  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
erizo\_mero@hotmail.com

El almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> es considerada como una de las tecnologías más importantes para mitigar la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Dentro de los medios geológicos considerados como aptos para el almacenamiento se encuentran los campos exhaustos de hidrocarburos, lechos de carbón no explotables, acuíferos salinos, basaltos y lutitas. Dentro de estas opciones, los acuíferos salinos son los que tienen mayor extensión y capacidad de almacenamiento. Con el objetivo de encontrar un lugar apropiado para el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> se debe examinar un estudio que consta de varias etapas o niveles de detalle. Cada nivel de detalle requiere un incremento en la cantidad y tipo de información, tiempo y costos; lo cual reduce progresivamente el grado de incertidumbre de los estudios. Los estudios realizados en México han avanzado de un nivel de detalle o escala de resolución de tipo País, en la que se determinaron once provincias con las condiciones (geológicas, estructurales, geotérmicas y tectónicas) propicias para el almacenamiento de CO<sub>2</sub>; a un nivel de Cuenca en el que se realizó una estimación de la capacidad de almacenamiento teórico en nueve de las once provincias. El análisis realizado en este estudio corresponde al Nivel Regional en el interior de la Cuenca de Burgos, en donde se pretende determinar regiones apropiadas para almacenamiento. Posteriormente se avanza al Nivel Local para escoger un sitio específico. Para el sitio seleccionado en el Nivel Local es indispensable realizar modelos sedimentológicos y estructurales con el objetivo de seleccionar coeficientes de almacenamiento efectivo, debido a que el cálculo de la capacidad de almacenamiento para este nivel de estudio en particular se realiza por medio de una estimación probabilística basada en el empleo de dichos coeficientes, los cuales dependen del tipo de roca almacén, ambiente de depósito y estructura de entrapamiento. A continuación es indispensable caracterizar el sitio por medio de una serie de estudios a detalle para conocer a fondo las características del sitio y la respuesta del sitio a los procesos que se llevarán a cabo una vez inyectado el CO<sub>2</sub>. Dentro de estos estudios se encuentran los análisis geomecánicos, hidrogeológicos, hidrogeoquímicos y estructurales. Al carecer de datos específicos de las formaciones en esta etapa de estudio, se propone realizar experimentos con modelos analógicos con el objetivo de tener una idea de los procesos de deformación que ocurren en el interior del sistema de almacenamiento, para escoger un modelo mecánico que se adecúe a los resultados experimentales, posteriormente emplear dicho modelo con los datos específicos de las formaciones consideradas y de esta manera prever el comportamiento del sitio. Después, realizar un análisis estructural en donde se analice la posibilidad de reactivación de familias de fallas preexistentes. Finalmente realizar un modelo hidrogeoquímico que nos permita conocer que zonas del reservorio se verán afectadas por precipitación de carbonatos (reducción de permeabilidad) y cuales beneficiadas por disolución (aumento de permeabilidad).

GGA-4

## NIVELES DE RADIOACTIVIDAD GAMA EN SEDIMENTOS DEL RÍO SACRAMENTO, CHIHUAHUA, MÉXICO

Villalba María de Lourdes<sup>1</sup>, Colmenero Luis<sup>2</sup>, Espino María Socorro<sup>3</sup>, De la Garza Aguilar Rodrigo<sup>3</sup>, Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela<sup>3</sup>, Pinales Munguía Adán<sup>3</sup>, Silva Humberto<sup>3</sup> y Mireles Fernando<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Chihuahua II

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, UACH

<sup>4</sup>Unidad de Estudios Nucleares, UAZ

mvillalb@uach.mx

Existe un gran interés en el estudio de los niveles de radioactividad natural en sedimentos ya que estos contienen un registro histórico de los procesos que ocurren en alguna zona. El estado de Chihuahua tiene una superficie de 245 962 Km<sup>2</sup>, que representa el 12.6% del país y donde existen cerca de 30 anomalías uraníferas conocidas. El río Sacramento nace cercano a la Presa San Marcos al Oeste-noroeste de la ciudad de Chihuahua y finaliza en el río Chuvíscar. En el presente estudio se utilizó la espectrometría gamma para determinar la concentración de actividades de los radionúclidos emisores gamma existente en los sedimentos del río Sacramento. Se tomaron muestras de sedimentos a lo largo del río Sacramento se colocaron en contenedores tipo Marinelli, un volumen de 500 mL, se sellaron con Parafilm. Después se almacenaron por un periodo de 30 días para alcanzar el equilibrio secular entre el <sup>226</sup>Ra, el <sup>222</sup>Rn y sus descendientes. Para el análisis de las muestras se utilizó un espectrómetro gamma ORTEC, con un detector coaxial de germanio hiperpuro (HPGe) perteneciente a la Unidad Académica de Estudios Nucleares de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). El análisis incluyó los radionúclidos naturales <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th y <sup>40</sup>K, encontrados frecuentemente en los minerales y rocas que forman los sedimentos. Los resultados de los espectros gamma de las muestras de sedimento del río Sacramento muestran 27 fotopicos en el rango de energías de 83.7 keV a 1460.58 keV. Estos rayos gamma provienen

de las series de decaimiento radiactivo del  $^{238}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ , sin incluir la energía de 1460.58 keV que corresponde al  $^{40}\text{K}$ . Cada una de las energías se relaciona con el radioisótopo de la serie de donde proviene. La concentración en actividad del  $^{226}\text{Ra}$  se calcula considerando la energía del  $^{214}\text{Bi}$  de 609.23 keV, para el  $^{232}\text{Th}$  la energía del  $^{228}\text{Ac}$  de 911.19 keV, y para el  $^{40}\text{K}$  de 1460.58 keV. Los rayos gamma de las dos primeras energías se seleccionaron tomando en cuenta su fotofracción y que no presentan ninguna interferencia. Los sedimentos contienen una concentración promedio de 37.31 Bq/kg de  $^{226}\text{Ra}$ , 23.3% por arriba del promedio mundial señalada por la UNSCEAR de 30 Bq/kg, 47.41 Bq/kg de  $^{232}\text{Th}$ , 89.64% superior al promedio mundial de 25 Bq/kg y 1125.38 Bq/kg de  $^{40}\text{K}$ , 204% mayor al promedio mundial de 370 Bq/kg. Los elementos radioactivos presentes en los sedimentos contenidos en el río Sacramento reflejan las condiciones geológicas y los procesos de alteración de los yacimientos cercanos de San Marcos.

GGA-5

### VARIABILIDAD ESPACIAL Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE DIFERENTES USOS DEL SUELO AFECTADOS POR LA MINERÍA DEL CINABRIO, AL SUR DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO, MÉXICO

Hernández-Silva Gilberto<sup>1</sup>, Martínez-Trinidad Sergio<sup>2</sup>, Solorio-Munguía Gregorio<sup>1</sup>, Solís Valdez Sara<sup>1</sup>, Scharek Péter<sup>3</sup>, Bartha Andrés<sup>3</sup> y Pérez-Martínez Rodrigo<sup>4</sup>

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

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

<sup>3</sup>Geological Institute of Hungary

<sup>4</sup>Szent István University, Hungary  
ghsilva@geociencias.unam.mx

Desde la época prehispánica, el cinabrio (HgS) ha sido explotado al sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México. La región fue utilizada por sus antiguos habitantes, como pigmento rojo bermellón, con connotaciones mágicas y religiosas, asociadas con símbolos de la vida. Durante la colonia, continuó la explotación del cinabrio, pero ahora como Hg<sup>0</sup> para amalgamar metales preciosos. La dispersión de la contaminación por Hg en la región ha sido consecuencia de la historia, escala e intensidad de la minería del cinabrio. A través del tiempo, el patrón del uso del suelo ha sido transformado por la minería y la deforestación, alterando propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos en especial, suelos cercanos a las minas. Como resultado de estas actividades, los desechos mineros (terrones o jales) han quedado como residuos a cielo abierto, por lo que, grandes cantidades de Hg han sido liberados al medio ambiente, al mismo tiempo que constituyen una fuente permanente de contaminación del aire, suelo, agua y biota y, desde luego, del ser humano. El objetivo de este trabajo es mostrar la distribución espacial del Hg total y relacionarla con los diferentes usos del suelo. La base de datos consistió en 103 sitios georreferenciados, 10 usos de suelos, 2 tipos de yacimientos, 3 períodos de explotación y el análisis de algunas características físicas y químicas de los materiales muestreados. Se utilizó un AMA-254 (Advanced Mercury Analyser) para el análisis del Hg total; para conocer la interrelación de las características involucradas en el trabajo con el Hg, se aplicó el análisis estadístico de componentes principales; para el mapa de dispersión del Hg, se usó el SIG ArcView 8.1. En cuanto al uso del suelo, las concentraciones medias más significativas de Hg total fueron los suelos dentro de los sitios arqueológicos (media  $67.6 \pm 40.0$ , máxima 133.0 y mínima de 14.8 mg/kg-1, seguidas por los suelos agrícolas (media de  $53.1 \pm 88.3$  mg/kg-1, máxima de 314.0 y mínima de 0.5 mg/kg-1); las mayores concentraciones de Hg total fueron las de yacimientos hidrotermales y, concretamente, en el entorno de los hornos de beneficio; los terreros de minas hidrotermales tuvieron una media de  $631.0 \pm 1129$  mg/kg-1 con un máximo de 4164.0 y un mínimo de 2.4 mg/kg-1; en cuanto a los períodos de explotación, la mezcla de minas prehispánicas con las minas recientes fueron las de mayor valor ( $971.0 \pm 1339.0$  mg/kg-1, máxima 4164.0 y mínima 125.0 mg/kg-1).

GGA-6

### ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR HIDROCARBUROS Y DESECHOS METÁLICOS EN UN SITIO INDUSTRIAL UTILIZANDO LOS MÉTODOS VOC Y PERILAJE EM

Delgado Rodríguez Omar, Méndez Velarde Sergio y Ochoa Valdés Jesús  
Instituto Mexicano del Petróleo, IMP  
odelgado@imp.mx

El método Perfilaje Electromagnético (PEM) detecta los cambios laterales de la conductividad del suelo hasta una profundidad de estudio que depende de las propiedades eléctricas del medio, la distancia entre la bobina transmisora y receptora, así como de la frecuencia de la señal EM emitida. Además, PEM tiene la capacidad de detectar la presencia de objetos metálicos enterrados a partir de las anomalías de fase y de la distorsión en las mediciones de la conductividad del suelo. Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son los más comúnmente encontrados en un sitio contaminado por hidrocarburos. Mediciones de COV pueden ser realizadas en una amplia variedad de ambientes geológicos y sus determinaciones precisas son necesarias para configurar correctamente las plumas contaminantes. En este trabajo se presenta los resultados alcanzados de la aplicación de los métodos PEM y COV en la detección de zonas de contaminación por hidrocarburos

y por basura metálica enterrada en un terreno de 48 hectáreas, utilizado por muchos años como depósito de desechos industriales. Las zonas de contaminación por hidrocarburos fueron configuradas a partir del análisis conjunto de las anomalías de baja resistividad (contaminación madura) y las zonas de alta concentración de VOC, mientras que la basura metálica enterrada fue detectada midiendo la conductividad aparente en dos direcciones ortogonales de las bobinas y realizando un posterior análisis de distorsión. Los resultados muestran de manera general una mayor presencia de contaminación por hidrocarburos y metal en la mitad Este del terreno. Este resultado facilitó la limpieza del sitio y redujo la intensidad de muestreo de suelo contaminado mediante la elección óptima de los puntos de perforación.

GGA-7

### LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO: ALGUNOS ASPECTOS GEOLÓGICOS Y DE INTERACCIÓN AGUA/ROCA DE LOS PRINCIPALES CAMPOS PRODUCTORES DE ENERGÍA

González Partida Eduardo  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
edgopa@gmail.com

La energía geotérmica es un recurso renovable y se le considera como un tipo de energía verde, cuyo uso implica impactos ambientales y sociales mínimos, fácilmente prevenibles y mitigables. El origen de esta energía está asociado con la estructura interna de nuestro planeta y de los procesos físicos y químicos que ocurren dentro del mismo. Un campo geotérmico susceptible de aprovechamiento, debe tener como principales características: a) Una anomalía térmica, b) Un yacimiento constituido por rocas permeables donde circule el fluido geotérmico, situado a profundidades a las que su explotación sea económicamente rentable y c) Una cobertura impermeable del yacimiento, que impida la pérdida de calor por circulación del fluido geotérmico hacia la superficie. A la fecha, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en utilizar la energía geotérmica para la producción de electricidad con una capacidad instalada de 958. Existen cuatro campos geotérmicos en operación para la producción de electricidad: Cerro Prieto, Los Azufres, Los Humeros y Las Tres Vírgenes, y un campo en desarrollo: Cerritos Colorados. El campo de Cerro Prieto, se encuentra localizado en el estado de Baja California a 30 km del sureste de Mexicali y se encuentra emplazado sobre la Cuenca de Saltón formada por los sistemas de fallas Cerro Prieto-Imperial, los cuales forman parte del sistema de Fallas de San Andrés. Es un campo geotérmico de líquido dominante, alojado en un ambiente sedimentario. Actualmente tiene una capacidad instalada de 720 MW. El campo geotérmico de Los Azufres es el segundo campo geotérmico más grande en operación en México. Está localizado en la parte central del país a 250 km de la ciudad de México. Las características geológicas están distinguidas por una actividad volcánica del Neógeno dominada por lavas basálticas y andesíticas de una supuesta caldera joven reciente relacionada al sistema de fallas Acambay. El campo geotérmico de Los Humeros está localizado en la parte centro-oriental de México, al oriente del Cinturón Volcánico Mexicano. Hasta la fecha se han perforado 43 pozos en una caldera volcánica reciente, su litología es compleja e incluye rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas intrusivas provenientes del período Paleozoico al Cuaternario. El sistema volcánico tiene diversas estructuras geológicas donde la principal es la caldera de Los Humeros. Esta estructura tiene un diámetro de 16 km y contiene los colapsos de Los Potreritos, Central y Xalapazco. Las rocas características del campo son en orden de basamento a la superficie: caliza, caliza metamórfica e intrusivas, basaltos, andesitas Hornblenda, toba vítrea, augita, andesita e ignimbritas, pómez, basaltos y andesitas.

GGA-8

### ESTUDIOS MAGNÉTICOS EN COLECTORES NATURALES (TILLANDSIA CAPILLARIS) DE CONTAMINANTES EN CÓRDOBA, ARGENTINA

Chaparro Marcos A. E.<sup>1</sup>, Castañeda Miranda Ana G.<sup>2</sup>, Gargiulo José D.<sup>1</sup>, Wannaz Eduardo D.<sup>3</sup> y Böhnel Harald N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA)

<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM

<sup>3</sup>Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, IMBIV-UNC  
chaparro@exa.unicen.edu.ar

Evaluar la calidad atmosférica en diferentes sitios mediante técnicas alternativas (biomonitoreos magnéticos) proporcionan una oportunidad para países o regiones que actualmente carecen de los medio necesarios para realizar análisis instrumentales. Para tal fin, individuos adultos de la especie *Tillandsia capillaris* fueron trasplantados en zonas de Córdoba con diferentes fuentes de emisión de contaminantes (industriales y vehiculares). Esta especie de epífita consta de tricomas en la superficie de sus hojas que permiten la absorción de nutrientes y/o contaminantes directamente de la atmósfera. La dependencia que manifiestan los biomonitores en su tipo de nutrición, indica correlaciones positivas entre la concentración de contaminantes en los tejidos de los biomonitores y la cantidad de deposición atmosférica. Por esta razón, se examinó la eficacia de esta especie como acumulador de contaminantes estudiando sus propiedades magnéticas, micromorfológicas (SEM-EDS) y elementales (ICP-MS). Las propiedades magnéticas se determinaron a partir de estudios de susceptibilidad

magnética (?), histéresis magnética (Ms, ?hf), magnetización remanente isotérmica (Mr), así como estudios termomagnéticos realizados en los laboratorios del Centro de Geociencias (México) y del CIFICEN (Argentina). Los resultados muestran que en las zonas industriales se observan los valores más altos de parámetros dependientes de la concentración magnética, por ej.:  $\tau = 151\text{-}222 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  y  $M_r = 40\text{-}43 \times 10^{-3} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Estos resultados se asocian a las distintas cargas de contaminantes (elementos traza presentes en el material particulado) en el área, que se evidencian, a partir de correlaciones significativas ( $R = 0.827\text{-}0.975$ ,  $p < 0.01$ ) entre variables magnéticas (? , Ms, Mr, ?hf) y concentración de elementos (Ti, V, Co, Ba). Por otro lado, el sitio basal muestra valores mucho más bajos de concentración magnética ( $\tau = 38 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  y  $M_r = 7 \times 10^{-3} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ). El análisis de distintos parámetros magnéticos revela la presencia de minerales del tipo magnetita PSD. Asimismo, los estudios termomagnéticos evidencian una fase adicional de alta coercitividad distintiva para los sitios industriales. Los resultados hallados en este estudio nos permitió comprobar la utilidad de esta especie para realizar monitoreos mediante propiedades magnéticas, en forma similar a estudios realizados con la especie *Tillandsia recurvata* L. en Querétaro, México. Por último, podemos destacar que la especie *T. capillaris* puede ser utilizada como un proxy de la contaminación permitiendo identificar sitios críticos en forma rápida y económica.

GGA-9

## RADÓN EN LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH. MÉXICO

Colmenero Luis<sup>1</sup>, Villalba María de Lourdes<sup>2</sup> y Rubio Héctor<sup>3</sup><sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Chihuahua II<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH<sup>3</sup>Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua  
lcolmenero@uach.mx

El radón (Rn) es la segunda causa de cáncer de pulmón en los Estados Unidos, solo después del tabaco. Desde 1984 la USEPA pidió que se conociera la concentración de radón en lugares cerrados desde el segundo piso para abajo. En México las primeras investigaciones sobre radón fueron hechas en suelo en 1974 en regiones mineras uraníferas del norte en la búsqueda de uranio. Para 1984 se hicieron estudios en la emanometría que presenta este gas, antes y durante los eventos sísmicos y volcánicos. EN 1990 comienzan los estudios de radón como un contaminante, en aguas subterráneas. A partir de 1995 se ha publicado valores de Rn en casas en diferentes ciudades de México, pero principalmente en el centro del país. Los métodos empleados han sido principalmente utilizando trazas nucleares en sólidos, pero también hay trabajos con latas de carbón activado, electretos y monitores continuos. A la fecha se tienen valores base de algunas ciudades, también por las tres zonas climáticas del país; semidesértica, semitropical y tropical. Para todo México el promedio sería 74 Bq/m<sup>3</sup>. En estos estudios, los valores encontrados para la ciudad de Chihuahua han dado mas altos que el resto del país. La concentración del Rn depende del uranio geológico circundante, del material de construcción empleado, del clima imperante y de los hábitos caseros, principalmente. Las zonas uraníferas más importantes se encuentran en los estados de Sonora, Durango, Chihuahua, Coahuila y Oaxaca, además Guerrero, Tamaulipas, Querétaro y Baja California. La ciudad de Chihuahua se encuentra rodeada de yacimientos radiactivos, el principal de ellos es Peña Blanca a 30 Km al norte de esta ciudad, este yacimiento cuenta con cerca del 35% del uranio del país. Se determinó la concentración de Rn en casas de la ciudad de Chihuahua, en los principales materiales de construcción utilizados como son ladrillo, block, adobe y cemento. Se dividió la ciudad en seis zonas. Se utilizó el monitor continuo AlphaGuard Pro2000, este medidor es muy efectivo porque mide además la presión atmosférica, la humedad y la temperatura, factores importantes en la variación del Rn. El objetivo fue medir el radón en una de las ciudades con mayor uranio circundante, intercomparar con otros reportes de ciudades del país, así como comparar con los otros métodos que se han empleado. Los resultados mostraron los siguientes promedios; para el adobe 112 Bq/m<sup>3</sup>, para la zona sur 146 Bq/m<sup>3</sup>. Se encontraron valores promedio mayores a 148 Bq/m<sup>3</sup> en el 15 % de las casas muestreadas. La USEPA pone este valor como Límite de Intervención. El promedio de toda la ciudad fue de 81 Bq/m<sup>3</sup>. Al contrastar estos valores con los encontrados en otras ciudades, resalta que la ciudad de Chihuahua hay una relación del uranio circundante con los valores encontrados, que son más altos, corrobora los reportes de otras investigaciones tanto nacionales como locales que han usado métodos menos certeros. Este trabajo debe de servir para llamar la atención de las autoridades competentes.

GGA-10

## DESARROLLO DE UN PROCEDIMIENTO MAGNÉTICO PARA EL ESTUDIO DEL CONTENIDO DE METALES EN RESIDUOS MINEROS (JALES) EN EL DISTRITO MINERO DE TAXCO (DMT), GUERRERO

Gómez Rivera Julio Cesar<sup>1</sup>, Morales Juan<sup>2</sup>,Hernández-Bernal María del Sol<sup>3</sup> y Corona Chávez Pedro<sup>4</sup><sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, UAGro<sup>2</sup>Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM<sup>3</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH  
boneckfull@gmail.com

El estudio de la distribución y concentración de elementos potencialmente tóxicos (EPT) contenidos en los jales mineros es, hoy por hoy, un tema de considerable relevancia. Esto se debe a que se ha reconocido que tales elementos pueden causar graves problemas ambientales y de salud a las poblaciones establecidas en sus cercanías. La realización de estos estudios se efectúa generalmente por medio de análisis geoquímicos; tales análisis son caros y requieren de un tiempo considerable. Debido a esta situación, se trabaja en el desarrollo de un procedimiento magnético que permita determinar de forma confiable las concentraciones más altas de EPT de un modo mucho más económico y rápido, para con esto enfocar el estudio (los recursos económicos y tiempo) hacia las áreas con mayor afectación o interés. El Distrito Minero Taxco (DMT) cuenta con una larga tradición minera (de más de 400 años). Dicha actividad durante todos estos años sirvió como el principal motor económico de la región, pero también trajo consigo efectos negativos, como lo son la acumulación de varias toneladas de desechos distribuidos en un total de 7 diferentes depósitos. El área de estudio comprende dos de ellos: El Fraile y Guerrero II, localizados al sur del municipio de Taxco de Alarcón, en la porción norte del estado de Guerrero. Se eligieron los depósitos El Fraile (el más antiguo de la región) y Guerrero II (el más reciente de los siete) porque, como es natural, en el periodo de explotación tan prologado en que se ha desarrollado esta industria ha habido una evolución significativa en los métodos de procesamiento para el aprovechamiento de los recursos minerales, así como también cambios en el tipo de metales extraídos. Durante el trabajo de campo se colectaron un total de 37 muestras, de las cuales 24 son de jales (13 de El Fraile y 11 de Guerrero II) y las 13 restantes son diferentes especies de flora (8 de El Fraile y 5 de Guerrero II) que crecen sobre o al pie de los depósitos mineros. La parte central del trabajo consiste en la aplicación de diversos procedimientos analíticos: técnicas magnéticas [susceptibilidad magnética a baja y alta frecuencia, obtención de curvas de remanencia magnética isotermal (MRI), histéresis, campo inverso y termomagnéticas] y geoquímicas [química de elementos mayores y trazas, determinadas por fluorescencia de rayos X]. A partir de las determinaciones de susceptibilidad magnética se pudo observar valores muy variados entre las muestra pertenecientes al mismo depósito y, más aún, si las comparamos contra las correspondientes al otro. Las muestras del El Fraile presentan valores que oscilan entre 7 y 310 x 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/Kg, mientras que para las muestras de Guerrero II se obtuvieron valores entre 1900 y 8100 x 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/Kg. Tales variaciones enormes se pueden interpretar preliminarmente como diferencias considerables en el contenido de FeOtot, y en consecuencia en elementos tóxicos (Pb, Zn, V, etc.). Este trabajo fue apoyado con el proyecto DGAPA PAPIIT-IA102413, UNAM.

GGA-11

## ALGORITMOS DE REALCE ESPACIAL, EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CUBIERTA DE AGUA, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES: EN EL ÁREA LACUSTRE DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO

Santillán-Espinoza Lina Elisa<sup>1</sup>, González-Morán Tomás<sup>1</sup> y López-Caloca Alejandra<sup>2</sup><sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM<sup>2</sup>Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A. C., CentroGeo  
lina\_se1987@hotmail.com

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) declarado área protegida, el 16 de Diciembre de 1959, representa uno de los más bellos escenarios naturales de toda la República Mexicana. Se encuentra localizado al sureste del estado de Chiapas, limitando al sur con Guatemala. Este sistema lagunar tiene una gran importancia a nivel nacional, por lo que se están tratando de implementar medidas que permitan su conservación, ya que a través del tiempo, ha presentado alteraciones de tipo ambiental, social y político. Se han observado en los cuerpos de agua cambios de coloración, composición y tamaño, debido a la influencia de las actividades agrícolas y urbanas del municipio de Comitán de Domínguez y pueblos aledaños, al parque. En este trabajo se caracterizan cambios del sistema lacustre, con la finalidad de entender el patrón de comportamiento del sistema. Utilizando la percepción remota y los sistemas de información geográfica se llevó a cabo un estudio, para obtener el área de la cubierta de agua, y comparar cambios de extensión de los cuerpos lacustres. Se procesaron imágenes satelitales SPOT-4 y SPOT-5, de tres diferentes fechas, en época de estiaje, de los años 2000, 2006 y 2012. Se aplicaron diferentes metodologías: una técnica mejorada de análisis de Componentes Principales (PCA) basada en el algoritmo de "à trous", para realizar la resolución espacial, y el Índice Normalizado Diferencial de Agua (NDWI), para

clasificar la cubierta de agua. Finalmente, se hizo la extracción de los cuerpos lacustres con el fin de obtener máscaras y calcular el área, de las mismas. Las principales variaciones, se observaron en las lagunas de San Lorenzo, Tepancoapan y Bosque Azul, afectando zonas específicas de dichos cuerpos y las conectividades hidráulicas, superficiales, entre ellas. El área de estudio presentó un decremento significativo del año 2000 al 2006 de 1.2884 km<sup>2</sup> (0.4071 km<sup>2</sup> por año), es decir, se redujo la extensión de agua en aproximadamente un 20% con respecto a la primer fecha. Sin embargo, se observó una ligera recuperación del sistema lacustre del 2006 al 2012, de 0.1755 km<sup>2</sup> (0.0292 km<sup>2</sup> por año), con una área con agua de 3% de las áreas lacustres con respecto, al año 2006. A pesar de presentarse un incremento en el segundo periodo de estudio, el sistema lagunar en el año 2012, no alcanza a recuperar la cobertura original (año 2000), ya que presenta un decremento de aproximadamente, 17%. Estos resultados geoespaciales permiten cuantificar la extensión de la cubierta lagunar del PNLM, y colaborar en la realización de acciones conjuntas, dirigidas a la elaboración de políticas con la finalidad de llegar a tener un manejo sustentable de los recursos de la zona.

GGA-12

### INVERSIÓN DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNETOMÉTRICOS Y SU APLICACIÓN EN LA DETECCIÓN DE CAVIDADES. CASO DE ESTUDIO: 2ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC

Sánchez-González Jesús, Escobedo Zenil David, Ogando Cerdeira Aurora, Esteves Robles Sandra y Cárdenas-Soto Martín  
Departamento de Ingeniería Geofísica, Facultad de Ingeniería, UNAM  
jsanchez@unam.mx

El método de micro gravimetría ha sido ampliamente utilizado para la detección de cavidades y como una alternativa en donde los métodos eléctricos presentan resultados ambiguos. Sumados a este, la magnetometría ha podido emplearse con éxito como un método de apoyo en la detección de cavidades, siempre y cuando exista un alto contraste de susceptibilidad magnética, como lo es en el caso de las cavidades sin relleno. El presente trabajo muestra uno de los estudios llevados a cabo en la 2ª sección del Bosque de Chapultepec como parte del proyecto FOMIX-CONACyT GDF No. 121119, la cual es una antigua zona de minas y que ha reportado gran cantidad de zonas de hundimiento y minas no rellenas. Aquí se muestran los resultados del uso conjunto de gravimetría y magnetometría en la detección de cavidades no rellenas. Se parte del análisis básico de ambos métodos y se genera una inversión de cada conjunto de datos para evaluar su desempeño individual, una vez hecho lo anterior se realiza una inversión conjunta entre la gravimetría y magnetometría y se evalúa la efectividad de dicha metodología en la caracterización de cavidades. Paralelamente se llevaron a cabo estudios de tomografía eléctrica e interferometría sísmica cuyos resultados se comparan con los obtenidos con los métodos potenciales

GGA-13

### CONTENIDO DE MERCURIO EN SUELOS DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

Esquivel Dulce María, Miranda-Avilés Raúl, Elorza Rodríguez Enrique, Marín Herrera Ricardo, Puy-Alquiza María Jesús y Olmos Moya Paulina  
Universidad de Guanajuato, UG  
desquivel@ugto.mx

En el presente trabajo se analiza el contenido de mercurio en suelos de 3 ex haciendas de beneficio en el distrito Minero de Guanajuato. El proceso de patio utilizado durante la época colonial en la Nueva España utilizó alrededor de 25,000 toneladas de mercurio, en el proceso de amalgamación. Se realizó un muestreo exploratorio de 35 muestras de suelos mezclados con jales mineros antiguos. Las muestras se analizaron por espectroscopia de Absorción Atómica con aditamento de Vapor Frío a una longitud de onda de 253.7 nm para mercurio. Las concentraciones varían en rango amplio desde 100 hasta más de 600 ppm, todas por encima de los límites permitidos de 23 ppm para zonas urbanas, se han encontrado depósitos intactos de jales y son los que tienen un mayor contenido de mercurio. Debido a la toxicidad del mercurio y el uso que en la actualidad tienen estas ex haciendas de beneficio, es importante determinar la biodisponibilidad y las biotransformaciones del mercurio en el suelo y en las plantas para determinar los riesgos a la salud humana y el medio ambiente.

GGA-14

### "LABORATORIO NACIONAL PARA EL ESTUDIO DEL BIOGÁS DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO" OPORTUNIDADES Y RETOS DE UTILIZAR EL BIOGÁS DEL SITIO PRADOS DE LA MONTAÑA, DESARROLLO DE CONOCIMIENTO-TECNOLOGÍA Y CAPITAL HUMANO

Rocha Miller Roberto  
RESINERGIA SAPI de C.V.  
r.rochamiller@resinergia.com

Las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global son un grave problema para los ecosistemas y la humanidad debido a sus efectos sobre el cambio climático. Durante las últimas décadas, el crecimiento demográfico y el desarrollo industrial han dado lugar a la acumulación de gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que contribuyen al efecto de invernadero. Desde 1750, las concentraciones atmosféricas globales de CH<sub>4</sub> se han incrementado en un 150%, de 722 ± 25 ppb a 1803 ± 4 ppb en el 2011 y su tasa de crecimiento el periodo 2000-2009 fue de 2.2 ppb yr<sup>-1</sup> y las emisiones de CH<sub>4</sub> se han incrementado desde 2007. Además, las moléculas de CH<sub>4</sub> absorben mayor cantidad de radiación infrarroja comparadas con las moléculas de CO<sub>2</sub> y el ciclo de vida del CH<sub>4</sub> es menor a 10 años en la tropósfera lo que implica que el CH<sub>4</sub> tiene un potencial global de calentamiento (PGC), que es de 21 a 75 veces mayor que el CO<sub>2</sub> dependiendo del tiempo de referencia considerado. [IPCC, 2013]. Los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos (SDF) son el tratamiento más utilizado en la gestión de los RSU emitiendo GEI y lixiviados que penetran el subsuelo. El aprovechamiento del biogás está limitado en el país debido a incertidumbres técnicas, financieras y regulatorias, y se refleja en que en 2010 México produjo 2,365MMW de los cuales 33MMW provinieron de biogás. El reto que el cambio climático representa para México requiere esfuerzos alineados de los sectores público y privado con las EES y CI con programas de investigación multidisciplinarios al integrando conocimiento de diversas áreas de la Ciencia y la Tecnología. Se presentan los cuatro subproyectos: 1) VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE BIOGÁS REDUCIDO EN METANO, 2) DESULFURACIÓN Y ENRIQUECIMIENTO DEL BIOGÁS MEDIANTE ABSORCIÓN ALCALINA Y TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA, 3) APLICACIÓN SIMULTÁNEA DE MÉTODOS GEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS PARA EL ESTUDIO DE PROCESOS METANOGENÉTICOS EN SDF y 4) APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS PRODUCIDO

GGA-15 CARTEL

### EXPERIMENTOS DE REMOCIÓN DE FLUORURO MEDIANTE TRATAMIENTO CON CALIZAS

Olguin Martínez María Guadalupe<sup>1</sup> y Armienta Hernández María Aurora<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universidad de Sonora, UNISON  
<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
pyngu\_rieder@hotmail.com

El flúor es un elemento químico que se puede encontrar formando parte de algunos minerales en la corteza terrestre o bien en disoluciones como ión fluoruro (F<sup>-</sup>). Este ión en el agua potable puede provocar daños a la salud como la llamada fluorosis esquelética. En México, se han reportado sitios con concentraciones por arriba de 1.5 mg/L, límite máximo establecido en la normatividad para agua de consumo humano. Entre las alternativas de tratamiento en este trabajo se propone la adición de CaCO<sub>3</sub>, material constituyente de calizas y abundante en el territorio nacional. En este estudio se reportan distintos experimentos de tratamiento de remoción de F<sup>-</sup> con calizas en presencia de sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), cuya presencia pudiera interferir en el proceso de eliminación. Primeramente se trituraron calizas obtenidas en Zimapán, Hidalgo, estos fragmentos fueron tamizados para obtener un tamaño de partícula entre 840-1410 µm. Posteriormente se prepararon soluciones con una concentración de F<sup>-</sup> de 3 mg/L y con distintas concentraciones de sulfato (70, 200, 400, 800 y 1000 mg/L). Los fluoruros se añadieron como fluoruro de sodio (NaF) y los sulfatos como sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Se colocaron 20 g de caliza y se agregaron 200 mL de solución, para después colocar las muestras en un agitador orbital marca Orbit Shaker por un periodo de 72 horas a temperatura ambiente. Los experimentos de tratamiento se realizaron por duplicado. La determinación de F<sup>-</sup> se realizó con un electrodo de ión selectivo acoplado a un potenciómetro Thermo Scientific Orion 5 star. Los resultados mostraron eficiencias de remoción de F<sup>-</sup> entre 48 y 36 %, con menores remociones en las soluciones con mayores concentraciones de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Lo que permite concluir que la presencia de este anión interfiere en el proceso de remoción de F<sup>-</sup> con CaCO<sub>3</sub>.

## GGA-16 CARTEL

### LA TÉCNICA DE MICROTOMOGRFÍA DIGITAL 3D Y SU USO EN EL ENTENDIMIENTO DE LAS PROPIEDADES PETROFÍSICAS DE LAS ROCAS EN SISTEMAS ENERGÉTICOS: UN NUEVO LABORATORIO DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO CEMIEGEO 207032 # 08 SENER-CONACYT.

González Ruiz Luis Eduardo  
Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo  
l\_e\_g\_r@hotmail.com

Un sistema petrolero, es decir, la roca generadora, la roca almacén y la roca sello, es producto de la procedencia de los sedimentos, del ambiente de depósito y de la evolución de los paleofluidos; La maduración, expulsión y migración de los hidrocarburos hasta la carga del reservorio son parte de los procesos diagenéticos de soterramiento (buriales) en los que las interacciones fluido-roca son de extrema importancia. Para el caso de las rocas carbonatadas, la porosidad y permeabilidad dependen en gran medida de los procesos de diagénesis profunda a la cual fueron involucradas las rocas, y en donde se dan fenómenos de construcción/destrucción de la porosidad-permeabilidad. Estos cambios en las rocas ahora pueden ser evaluados por medio de la tomografía. El carbon, las lutitas gasíferas y los reservorios geotérmicos (entre otras aplicaciones geológicas) son igualmente excelentes candidatos al estudio de la tomografía digital computarizada (Microtomografía digital 3D); Esta técnica trabaja a partir de la diferencia de densidades únicamente, no se obtiene información sobre composición química de la muestra, las imágenes de salida obtenidas del tomógrafo son en escala de grises que dan un total de 65,536 diferentes tonos, con los cuales a partir de un software especializado se pueden hacer las diferenciaciones de fases y lograr imágenes a colores según las densidades aisladas, a cada rango de densidad seleccionado se le puede asignar un color diferente, realizar extracciones, adiciones, y cálculos avanzados de petrofísica entre otras operaciones: Un laboratorio será instalado para el 2015 en el Centro de Geociencias de la UNAM en Juriquilla a partir de fondos públicos asignados para reanudar el crecimiento de la geotermia en México, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Energía (SENER), a través del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, que motivó la creación del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo). En este trabajo se presenta los primeros resultados tomográficos preliminares en reservorios mexicanos.

## GGA-17 CARTEL

### CONDICIONES GEOLÓGICAS E INTERACCIÓN DE FLUIDOS AGUA-ROCA DEL CAMPO GEOTÉRMICO CERRO PRIETO, BAJA CALIFORNIA.

Díaz Carreño Erik Hugo<sup>1</sup>, González Partida Eduardo<sup>2</sup>, Romero Rojas Mary Carmen<sup>1</sup>, Romero Rojas Wendy<sup>1</sup>, González Ruiz Luis Eduardo<sup>3</sup> y Yáñez Dávila David<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo  
<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>3</sup>Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO  
erikhdhc@gmail.com

La energía geotérmica es el calor del interior de la tierra, derivado de la energía residual desde la formación del planeta y del que se produce continuamente en la corteza y el manto por el decaimiento radiactivo de minerales como el uranio, el torio y el potasio. El volcán de Cerro Prieto se localiza a 30 km al sureste de la ciudad de Mexicali, entre los meridianos 115°12' y 115°18' longitud Oeste, y los paralelos 32°22' y 32°26' de latitud Norte, en la Planicie o Valle Aluvial de Mexicali (sedimentos deltaicos del Río Colorado) que rellena una depresión conocida como Salton Trough asociado al sistema de fallas San Andrés. Un modelo que puede explicar la formación de la cuenca tectónica de Cerro Prieto es el propuesto por Frostick y Stell (1993), que describe la formación de cuencas en márgenes de placas divergentes y al que denominan rifts con generación de litosfera (litosphere-generated rifts). La interacción de los fluidos geotérmicos de alta temperatura con las rocas sedimentarias antes descritas, ha provocado la alteración hidrotermal de los minerales primarios a profundidad, dando como resultado la formación de nuevos minerales secundarios. Estos minerales secundarios han reemplazado en mayor o menor grado al cemento original de las areniscas, de tal modo que ahora estas rocas presentan como cementante una determinada asociación de minerales de origen hidrotermal. Se han identificado cuatro asociaciones o zonas de mineralización, que reflejan las temperaturas que tenía el yacimiento antes de su explotación y que, de menor a mayor temperatura, son las siguientes: 1) Zona con cementante de carbonato de calcio. 2) Zona con cementante de carbonato de calcio y sílice. 3) Zona con cementante de sílice, escaso carbonato y epidota, o zona de transición. 4) Zona con cementante de sílice y epidota. La fuente de calor es una anomalía térmica formada por el adelgazamiento de la corteza que ocurre en la cuenca transtensional en la que se ha formado el yacimiento, asociado a la prolongación sur del sistema de fallas activas de San Andrés. Este estudio está enmarcado dentro del proyecto CEMIE-geo 207032 # 08 SENER-CONACYT.

## GGA-18 CARTEL

### INTERACCIÓN AGUA /ROCA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO LOS AZUFRES, MICH.

Romero Rojas Mary Carmen<sup>1</sup>, González Partida Eduardo<sup>2</sup>, Díaz Carreño Erik Hugo<sup>1</sup>, Romero Rojas Wendy<sup>1</sup>, Yáñez Dávila David<sup>3</sup> y González Ruiz Luis Eduardo<sup>3,4</sup>  
<sup>1</sup>Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo  
<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>3</sup>Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO  
<sup>4</sup>Centro Nacional de Investigación Avanzada en Petrofísica  
pamela\_6080@hotmail.com

La geotermia es la energía térmica que es transportada a través de la roca y/o fluidos y es desplazada desde el interior de la corteza terrestres hacia los niveles superficiales de la misma, dando origen a los sistemas geotérmicos: En la actualidad, la energía geotérmica se considera como un recurso económicamente explotable, limpio, flexible, confiable y abundante, con posibilidades de usarse en una amplia variedad de aplicaciones entre las que se encuentran: (i) la generación de electricidad; (ii) el acondicionamiento de viviendas mediante el uso de bombas de calor geotérmicas (enfriamiento-calentamiento); (iii) la recreación (balneología y turismo); (iv) los invernaderos en agricultura; (v) los criaderos de peces y (vi) los procesos industriales y de manufactura (p.ej., secado de madera o productos agrícolas). El campo geotérmico de Los Azufres (CGLA) con una extensión de 81 km<sup>2</sup> se localiza en la sierra de San Andrés, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neo volcánico Mexicano a 80 km al oriente de la ciudad de Morelia. Se encuentra en el segundo lugar más importante en capacidad de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de este recurso natural proveniente del subsuelo, es considerado un campo geotérmico más grande a nivel nacional. Las características geológicas están distinguidas por una actividad volcánica del Neógeno constituida por lavas basálticas y andesíticas de una supuesta caldera graven reciente relacionada al sistema de fallas Acambay. Los minerales primarios que se encuentran en el CGLA son olivino, piroxenos/anfiboles, biotita y feldespatos. Los minerales que llenan las vesículas y fracturas en los minerales primarios son principalmente clorita, cuarzo, calcedonia, sílice amorfa, calcita y epidota. Por otro lado, zeolita, hematita, pirita y sericita son los minerales hidrotermales menos comunes y observados sobre los minerales primarios del. La alteración de plagioclasa primaria puede ser dividida en tres grupos diferentes dependiendo de la temperatura del campo. El primer grupo de alteración son granos finos de filosilicatos (sericita, minerales arcillosos y clorita), el segundo grupo por carbonatos y el tercer grupo, a temperaturas elevadas, la plagioclasa está preferentemente alterada a epidota y zeolita. Este campo geotérmico presenta uno de los sinters más grandes del mundo (3x1 Km) con una alteración argílica a argílica avanzada que actualmente está en proceso de caracterización, dentro del marco del proyecto CEMIEGEO 207032 # 08 SENER-CONACYT.

## GGA-19 CARTEL

### ALTERNATIVAS DE REMEDIACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON FLUORUROS

Díaz Martínez María de los Angeles<sup>1</sup>, Armienta Hernández María Aurora<sup>1</sup>, Aguayo Ríos Alejandra<sup>1</sup>, Cruz Ronquillo Olivia<sup>1</sup>, Ceniceros Nora<sup>1</sup> y Labastida Núñez Israel<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>2</sup>Departamento de Energía, UAM-Azcapotzalco  
angie010\_gdgt@hotmail.com

El fluoruro se encuentra en el agua subterránea en forma natural y particularmente en zonas con presencia de riolitas, donde su concentración suele ser elevada. El valor límite permisible en el agua de consumo humano es de 1.5 mg/L, cuando esta concentración es rebasada y la ingesta es crónica y excesiva puede ocasionar enfermedades como fluorosis y en casos más graves llevar a un severo daño a la estructura ósea del individuo. Debido a los efectos en los seres vivos y los antecedentes de contaminación de acuíferos en México se tiene la necesidad de evaluar diversos materiales de origen natural que ayuden a la remoción del fluoruro. Se ha encontrado que la roca caliza puede retener algunos metales y metaloides tóxicos; sin embargo la eficiencia de la remoción depende de varios factores como el tamaño de las partículas y la presencia de otros iones interferentes. El presente estudio tiene por objetivo evaluar la factibilidad de utilizar roca caliza como una alternativa para el tratamiento de agua contaminada con fluoruro. Se efectuaron experimentos para determinar la capacidad de retención de fluoruros, teniendo como interferencias la presencia de iones sulfatos. El procedimiento consistió en preparar disoluciones con diferentes concentraciones de fluoruros (2, 2.5 y 3 mg/L) y sulfatos (30, 50, 70, 100, 200 y 400 mg/L), similares a lo reportado en varios acuíferos del país, variando condiciones de pH (6 y 9), así como el tamaño de partícula de la roca (63-125µm y 840-1410µm). Las concentraciones de fluoruros se determinaron mediante potenciometría con electrodo selectivo y las de sulfato por turbidimetría. Además con propósitos de caracterización y determinación de los posibles mecanismos de remoción, se llevaron a cabo determinaciones de alcalinidad y dureza. De acuerdo a los resultados de dichas determinaciones se concluye que presenta mayor eficiencia de remoción la roca caliza de menor tamaño de partícula (63-125µm), con una eficiencia de 93.6 % para una concentración de 3 mg/L y un pH= 9, seguido de una eficiencia de 86.93 % para una concentración de 3 mg/L y un pH = 6. Para una concentración de 2.5 mg/L y un pH= 6 y 9 la eficiencia resultante fue de 77.52% y 85.52% respectivamente, mientras que para

la concentración de 2 mg/L la mayor eficiencia se presentó a un pH = 9, con un 80.4% de remoción. La remoción de los fluoruros mostró ser dependiente de la concentración de los sulfatos; para concentraciones de 30 mg/L y 400 mg/L se alcanzaron remociones del 93% y 40.4% en cada caso.

## GGA-20 CARTEL

### COMPLEJACION DE SUSTANCIAS HUMICAS OBTENIDAS DE LOS CANALES DE XOCHIMILCO CON DIFERENTES METALES

Cruz Ronquillo Olivia<sup>1</sup>, Armienta Hernández María Aurora<sup>1</sup>, Rosas H. Andrés<sup>2</sup>, Hernández Muñoz Jonathan<sup>3</sup>, Aguayo Rios Alejandra<sup>1</sup>, Ceniceros Nora<sup>1</sup> y Macías Felipe Martha Elena<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Sorocaba, Brasil

<sup>3</sup>Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

olcruz@geofisica.unam.mx

El estudio del comportamiento ambiental de los metales pesados es de gran importancia debido a su toxicidad y al encontrarse en distintas formas químicas, lo cual influye en su movilidad. Estos elementos no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales, ya que no son biodegradables, por lo que tienden a acumularse y transferirse a los seres vivos. La formación de complejos en las aguas naturales es uno de los procesos relevantes que influye en el impacto de los metales y metaloides tóxicos en el ambiente. El 40-60 por ciento de la materia orgánica acuática se encuentra en forma de sustancias húmicas (SHA) que representan la principal clase de complejantes naturales presentes en las aguas superficiales continentales, y poseen cerca de 45% de oxígeno y 1-2 % de nitrógeno en sus estructuras. Estos grupos, donadores de electrones son los principales responsables de las características de la materia orgánica relativas a la formación de complejos. En el presente trabajo se utilizaron sustancias húmicas extraídas de los canales de Xochimilco que se obtuvieron mediante el método de Thurman. La muestra acidificada se hizo fluir a través de una columna empacada con resina amberlita XAD-8 (malla 40-60). Los ácidos hidrofóbicos adsorbidos sobre la resina DAX-8 se eluyeron con NaOH 0.1 N. Posteriormente el material eluido se concentró y purificó para eliminar el exceso de sales, se liofilizó y se llevó a cabo su caracterización por medio de espectroscopía infrarroja. Debido a que las SH presentan tamaños moleculares mayores, estas son retenidas por una membrana de 1 kDa mientras que los metales libres son filtrados en un equipo de ultrafiltración. Mediante esta técnica, hay posibilidad de separar los metales libres de los complejados, estudiar las distintas especies de los elementos simultáneamente y caracterizar los parámetros de la complejación, como la capacidad complejante, las constantes de intercambio y estabilidad de las especies metálicas con las SH. La principal ventaja de la ultrafiltración consiste en no poseer limitaciones en cuanto a la naturaleza del ión y del ligante. Los límites de detección dependen del método analítico, es una técnica rápida y no perturba el equilibrio de complejación. Se utilizó la técnica de ultrafiltración y análisis por espectroscopía de absorción atómica para determinar la capacidad de complejación de As, Mn y Zn con las sustancias húmicas obtenidas de Xochimilco.

## GGA-21 CARTEL

### ESTIMACIÓN DE LA MOVILIDAD AMBIENTAL DE METALES Y METALOIDES TOXICOS (MMTOX) MEDIANTE EXTRACCIÓN SECUENCIAL EN SEDIMENTOS DEL RIO TAJAMAR, ARGENTINA

Ceniceros Nora<sup>1</sup>, Sosa Antonio<sup>2</sup>, Armienta Hernández María Aurora<sup>1</sup>, Kirschbaum Alicia<sup>3</sup>, Cruz Ronquillo Olivia<sup>1</sup> y Aguayo Rios Alejandra<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Facultad de Química, UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Bio y Geociencias, (IBIGEO), Museo de Ciencias Naturales, UNSA, Salta, Argentina  
nora@geofisica.unam.mx

La explotación de los recursos metalíferos en Latinoamérica ha constituido una actividad económica relevante para el desarrollo tecnológico e industrial desde la colonización española en el siglo XVI. Sin embargo, su extracción ha traído consigo serios problemas de tipo ambiental, siendo el más alarmante el drenaje ácido de mina (DAM), proceso que resulta en la formación de aguas de gran acidez cuando las rocas y minerales metálicos son expuestos al aire y al agua, y son por lo general ricas en sulfatos y con contenidos variables de metales pesados y metaloides. En el siglo XX se desarrollaron diversas explotaciones mineras en el noroeste de Argentina, y algunas de ellas quedaron abandonadas. Tal es el caso de la planta de tratamiento La Poma, pasivo minero, ubicado cerca de la localidad de San Antonio de los Cobres, Departamento de los Andes en la provincia de Salta, Argentina, en la subcuenca Tajamar. La actividad minera de La Poma cesó alrededor del año 1985 y en la actualidad es posible observar la planta de tratamiento totalmente abandonada. En el área se reconocen diferentes tipos de acumulaciones de desechos mineros o jales que se encuentran sin medidas de protección que eviten la contaminación y que están en permanente contacto con el agua del Río Tajamar. Con el objetivo de estimar la movilidad y biodisponibilidad de algunos metales y metaloides tóxicos (MMTOX), el presente trabajo se enfocó en realizar la especiación química de As, Pb, Fe y Zn mediante el método de Extracción Química Secuencial SM&T (Estándar Measurements and Testing Program), en sedimentos del río Tajamar

en dos diferentes etapas de recolección de muestras; una en invierno (época de estiaje) y otra en verano (época de lluvias). El análisis de metales y metaloides se hizo mediante Espectroscopía de Absorción Atómica y Horno de Grafito acoplado a Absorción Atómica respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos el plomo se encontró en las dos primeras fracciones (fracción soluble en ácido y fracción reducible), siendo estas las más biodisponibles y por tanto más peligrosas. Las concentraciones encontradas de arsénico y plomo en la primera fracción, en los dos muestreos, rebasan los valores límites permisibles según las normas argentinas de calidad de agua para consumo humano y los valores de referencia reportados por la Organización mundial de la Salud (WHO). Las concentraciones totales de As, Pb, Fe y Zn en las muestras analizadas sobrepasan en varios ordenes de magnitud los valores de fondo para sedimentos de agua dulce establecidos por la NOAA (1999), incluyendo las muestras alejadas de los residuos mineros.

## GGA-22 CARTEL

### DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO EN ROCA CALIZA DEL ÁREA DE ZIMAPAN, HIDALGO

Aguayo Rios Alejandra<sup>1</sup>, Armienta Hernández María Aurora<sup>1</sup>, Díaz Martínez María de los Angeles<sup>2</sup>, Cruz Ronquillo Olivia<sup>1</sup>, Ceniceros Nora<sup>1</sup> y Labastida Núñez Israel<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Facultad de Química, UNAM

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
ale@geofisica.unam.mx

La presencia en concentraciones superiores a la norma para agua potable de algunos elementos considerados potencialmente tóxicos para el ser humano, ha dado lugar a la búsqueda de soluciones viables que ayuden a tratar de resolver este gran problema de contaminación. Debido a sus características químicas la roca caliza se está evaluando como una alternativa de origen natural que permite llevar a cabo la remoción de algunas especies aniónicas. Debido a que es frecuente encontrar al arsénico ligado a esta roca se procedió a determinar la concentración de este elemento en pruebas que tienen como objetivo usar la caliza para remover o reducir la concentración de fluoruros. En el presente trabajo se presentan los resultados de arsénico obtenidos al llevar a cabo pruebas de factibilidad de remoción de fluoruros variando tamaños de partícula de la roca caliza (63-125µm y 840-1410µm), pH (6 y 9) y diferentes concentraciones de este anión. Las determinaciones de arsénico se realizaron con un equipo FIAS100 (Sistema de Análisis por Inyección en Flujo) acoplado a espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer Analyst 100. En todas las pruebas realizadas se puede observar que hubo poca liberación de arsénico de la roca con concentraciones entre 6.66 y 20 µg/L.

## GGA-23 CARTEL

### DETERMINACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS Y PUNTOS DE APORTACIÓN DE LIXIVIADOS A LA ZONA VADOSA EN EL RELLENO SANITARIO DE CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO.

Valles Alberto, Modesto Cesar y Santa Anna Ana Isela  
Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Chihuahua  
valag87@hotmail.com

Existen numerosas investigaciones que integran metodologías basadas en tecnologías innovadoras que pretenden, de forma invasiva, realizar monitoreo y detección de plumas de contaminación, apoyadas en prácticas geofísicas asistidas con sensores eléctricos y electroquímicos, utilizando técnicas de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) que permiten estimar la resistividad del terreno a fin de determinar flujos subterráneos de contaminantes y correlacionar estas alteraciones con las características químicas y físicas del fluido. La utilización de técnicas como los SEV han presentado un enfoque dirigido a la caracterización geológica de áreas de estudio, cuantificación de salinidad de agua contenida en suelos, determinación de contenido de humedad, estimación de profundidad y geometría de niveles freáticos, al contenido de Sólidos Disueltos Totales (SDT) presentes en agua subterránea y su relación respecto a la dinámica de dirección de flujo, teniendo aplicaciones probadas en ubicación, localización de plumas de contaminación originadas por vertederos ubicados en acuíferos alojados en rocas fracturadas y rellenos aluviales. La información contenida en el presente artículo muestra la comparación de tres métodos de interpretación de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para caracterizar geológica y geohidrologicamente un sitio destinado a la disposición final de residuos sólidos urbanos y especiales, ubicado en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México. Aunado a lo anterior y como avances parciales de interpretación se establecen puntos con posibles alteraciones de datos de resistividad provocadas por movimientos de aguas o lixiviados en la zona vadosa. Como resultado de la investigación se obtuvo un comparativo de las estratigrafías del área de estudio manejadas por las tres diferentes metodologías de interpretación (Sánchez 2003, Interpex limited 1992, Método de superposición de curvas), como también la geometría de las estructuras geológicas basadas en las curvas de resistividad aparente de los SEV y las secciones geoelectricas donde se detectaron puntos a profundidad donde se presume inicia la aportación lixiviados del RS relacionados a áreas con resistividades bajas. En las metodologías utilizadas para la interpretación de las curvas de resistividad aparente obtenidas de los sondeos eléctricos verticales se adoptaron las curvas obtenidas por medio del programa SEV F.J. Sánchez para

establecer los perfiles adoptados en las modelaciones elaboradas, ya que este programa permite ajustar de manera de ensayo y error la curva de resistividad computada con respecto a los datos de campo y corroborados de manera física con perfiles documentados en trabajos anteriores, que al contrario de las obtenidas por el Resix Plus, las cuales se ajustaban perdiendo la distribución de los datos y en ocasiones omittía datos para lograr el ajuste. En comparación con los datos obtenidos por la metodología de punto auxiliar de superposición mostraba complicaciones en el ajuste de datos con poca exactitud. En lo que respecta a la elaboración de las secciones, estas fueron elaboradas tomando en cuenta los rangos de los valores de resistividad para las litologías propuestas por Freeze y Cherry en el año de 1979.

#### GGA-24 CARTEL

### BIO- ACCUMULATION OR BIO-MAGNIFICATION IN, CORN AND SUGARCANE

Maciel-Fores Roberto, Peña García Laura Elizabeth, Rosas Elguera José, Alatorre Zamora Miguel Angel, Cuellar-Lemus Cecilia Alheli y Garcia Velasco Javier  
*Universidad de Guadalajara*  
 romacielf@hotmail.com

In the upper part of the Ameca Basin, located within the states of Jalisco and Nayarit, a water analysis of the Ameca River used on crops, which is partially geothermal water, was conducted in December 2013, considering the following standards NMX -AA- 005- SCFI -2000, EPA - 6010B, NMX -AA- 026- SCFI- 2001 NMX -AA- 008- SCFI -2000 and NMX NMX -AA -AA -058 -30- SCFI -2001 -SCFI -2001. Arsenic (0.0798 mg / L), boron (4.532mg / L) and Phosphorus (0.7995mg / L) were found in the water among other items. In order to determine whether these elements are present in the cultures of the area, nine samples taken in the field were analyzed by different techniques, used compost, soil, corn and sugarcane. To determine whether bio- accumulation or bio- magnification of the above, at the level of nanoparticles, electron microscope elements scanning (JSM-6610 in the Centro de Instrumentación Transdisciplinaria y de Servicios de la Universidad de Guadalajara), was used in the samples collected. For each sample, three different quadrants of on thousand  $\mu\text{m}^2$  magnified up to 50 $\times$ , were performed, so that in the 27 analysis the presence of food items listed in the area irrigated with such water was not found. Using a scanning electron microscope, can help determine if a food has substances that can be harmful to the health of the consuming population. In this case it was shown that no bioaccumulation or bio-magnification exists in crops.

#### GGA-25 CARTEL

### GEOLOGÍA DEL MANANTIAL OJO DEL DIABLO, VILLA AHUMADA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Rocha-Navarro Raúl Arturo, Reyes-Cortés Ignacio  
 Alfonso, De la Garza Aguilar Rodrigo y Franco-Rubio Miguel  
*Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH*  
 rocha1.mn@gmail.com

El levantamiento geológico del área del manantial Ojo del Diablo, conocido localmente como Ojo Caliente, se ubica dentro del Ejido Anexos de Villa Ahumada en el municipio de Villa Ahumada, Chihuahua, México. La investigación se hizo para determinar el espesor de las capas de sedimentos lacustres que bordean el apósis del intrusivo granodiorítico que aflora en medio del lago. Incluye la interpretación del relieve, las anomalías y propiedades físicas del suelo colindante al manantial "Ojo del Diablo". El estudio completo tiene como objetivo la identificación de un nicho o refugio que cumpla con los requerimientos de un hábitat para *Cyprinidont fontinalis* (también conocido como Cachorrito de Carbonera). El *Cyprinidont fontinalis* está en riesgo de extinción, actualmente solo se le ha identificado en uno de los lagos dentro de la misma área del lago del Diablo al sur poniente de Villa Ahumada. El manantial en sí, forma parte de un acuífero fracturado, alojado en una estructura de falla que llega hasta la superficie del terreno. El manantial Ojo del Diablo emerge en el extremo poniente del afloramiento de rocas tipo skarn. El manantial construyó una estructura de caliche que sobresale del barreal del lago (ahora seco), por más de 20 metros. La isla está formada por el caliche precipitado del manantial, los sedimentos de "playa lake" asociados al hidrotermalismo que emerge por la brecha de falla. Aunque las rocas solo afloran a más de 100 m del manantial, se considera que el caliche se encuentra asociado a las rocas calcáreas, el skarn y las rocas intrusivas. Los sondeos eléctricos verticales (SEV's) muestran una baja resistividad debido a las altas concentraciones de salitre, así mismo a la alta permeabilidad de las capas subyacentes de los depósitos eólicos. Los datos de la magnetometría indican anomalías diferentes a la carta Geofísica 638\_H13\_A64\_GF debido a la escala y precisión de la misma. Los resultados de laboratorio indican que el agua es dura, con altas concentraciones de sodio, sulfatos y una alta conductividad eléctrica. Sin embargo, se considera un sitio apropiado para albergar el refugio natural para el *Cyprinidont fontinalis* porque el manantial se mantendrá activo a través de las sequías.

#### GGA-26 CARTEL

### CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA-GEOFÍSICA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL PRADOS DE LA MONTAÑA: HACIA UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO

Bücker Matthias<sup>1</sup>, Villanueva Estrada Ruth Esther<sup>2</sup>, Flores Orozco Adrián<sup>3</sup>, Rocha Miller Roberto<sup>4</sup>, Pita Carlos<sup>5</sup> y Kemna Andreas<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidad de Bonn, Alemania  
<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
<sup>3</sup>Viena Universidad de Tecnología, Austria  
<sup>4</sup>RESINERGIA SAPI de C.V.  
<sup>5</sup>GEOTEM Ingeniería S.A. de C.V.  
 buecker.matthias@yahoo.de

Los sitios de disposición final (SDF) constituyen una fuente importante de metano que puede ser utilizada como una fuente de energía alternativa y reducir las emisiones contaminantes por el uso de combustibles fósiles. El presente estudio forma parte del proyecto Laboratorio Nacional para el Estudio del Biogás de los SDF y su Potencial Energético (LANABI) que pretende aprovechar las oportunidades en la utilización del biogás, así como permitir la investigación de los procesos que controlan la metanogénesis en el SDF Prados de la Montaña (PM). Aquí se presentan los primeros resultados de mediciones de tomografía eléctrica y de polarización inducida (PI) realizadas en el SDF PM, que muestran la capacidad de los métodos eléctricos para delinear la geometría de los desechos sólidos, los lixiviados y la roca encajonante. En particular, las imágenes de PI muestran anomalías, que pueden estar vinculadas con cambios en la composición de los residuos depositados (contenido de metales, material orgánico biodegradable), variaciones en los niveles de saturación, en la composición química del agua subterránea, y posiblemente debido a variaciones en la cantidad de gas atrapado en el subsuelo. Las anomalías observadas en las imágenes geoeléctricas se interpretan con basa a mediciones in-situ de las emisiones difusivas de biogás a través de la capa sello así como los resultados de un monitoreo de la composición del biogás que se realizó en los cabezales de los 112 pozos de extracción de biogás instalados en el sitio. Los resultados preliminares de ambas mediciones geoquímicas se presentan en forma de mapas de composición y flujo de biogás. Nuestros resultados muestran que el trabajo en conjunto de las dos disciplinas en éste proyecto permite reducir la incertidumbre en el modelado del potencial energético de los SDF.

#### GGA-27 CARTEL

### TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS RESISTIVAS PARA CARACTERIZACIÓN DE PLUMA DE CONTAMINACION POR HIDROCARBUROS

Dena Ornelas Oscar Sotero, Rodríguez Castanon Oscar Alfredo y Monreal Arvizu Isaias  
*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ*  
 osdena@gmail.com

Se llevaron a cabo líneas de Tomografías Eléctricas Resistivas (TER) además de modelos de cargabilidad con polarización inducida (IP) en la zona desértica conocida como Médanos de Samalayuca situada a 50 km al sur de Cd. Juárez, en el estado de Chihuahua. Los tendidos TER's se realizaron paralelos a las vías del ferrocarril, en la cual, la zona de estudio se vio afectada por un derrame de combustóleo ocasionado por un accidente ferroviario y la empresa implicada, FERROMEX, ha realizado remediaciones en el sitio, por lo que se buscó corroborar dicha remediación en la zona, y por medio de la medición de la resistividad, discriminar entre diferentes litologías, entre litologías contaminadas y no contaminadas. Sin embargo, aun y cuando la técnica es factible, es necesario precisar un umbral entre los rangos asociados con materiales contaminados y limpios. En este estudio, la determinación de los umbrales de resistividad para discriminar entre los rangos resistivos asociados con diferentes litologías y con contaminación por hidrocarburos, se realizó mediante la interpretación de los contrastes de las propiedades eléctricas del subsuelo para determinar puntos de posible contaminación y filtración de hidrocarburos hacia el acuífero. Además la estratigrafía del área afectada es arena en su mayoría, por lo que se buscan paquetes de arcillas o limos que pudieran actuar como sello estratigráfico y ayudar a frenar el avance del combustóleo hacia el acuífero, el cual se encuentra a una profundidad relativamente baja.



## GGA-28 CARTEL

### EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE EPT'S EN LOS DISTRITOS MINEROS DE TLALPUJAHUA-EL ORO Y GUANAJUATO POR MEDIO DE FRX Y SU RELACIÓN CON PARÁMETROS MAGNÉTICOS (X) Y FÍSICO-QUÍMICOS.

Díaz Agüero Doris Arlette<sup>1</sup>, Hernández-Bernal María del Sol<sup>2</sup>,  
Morales Juan<sup>3</sup>, Corona Chávez Pedro<sup>4</sup> y Ramos-Arroyo Yann René<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

<sup>5</sup>Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato  
arlech90@gmail.com

El valor de la susceptibilidad magnética (?) en los materiales geológicos depende principalmente de la cantidad de los materiales ferro – ferri magnéticos en una muestra (Verosub y Roberts, 1995). Así, entre otra información, las mediciones de susceptibilidad magnética proporcionan una estimación rápida y sencilla sobre los contenidos de hierro (concentración de Fe) en una muestra. Por otra parte, es conocida la afinidad de ciertos elementos potencialmente tóxicos (EPT's) con el Fe. Esta afinidad es aprovechada para la identificación y estimación de la concentración de los EPT's en un depósito de desechos mineros (jales). En este trabajo se ha observado que los valores de ?, pH y concentración elemental están fuertemente relacionados. Se propone un método que permite estimar la concentración de Pb y As de forma indirecta, rápida y económica utilizando estos parámetros determinados in situ y en laboratorio para la identificación de regiones con valores altos de concentración y, en consecuencia, riesgosos para la salud. Se presentan los datos de los estudios realizados en los distritos mineros de Tlalpujahua - El Oro y Guanajuato. Los valores obtenidos varían desde 17 hasta 448 ppm para el Pb y desde 3 hasta 74 ppm para el As en el DMOT, y desde 2 hasta 590 ppm para el Pb y desde 0 hasta 90 para el As en Guanajuato. Los valores de susceptibilidad magnética son relacionados con las curvas termomagnéticas y de histéresis para reconocer las principales fases magnéticas asociadas a los depósitos de jales, así como para estimar el tamaño de grano de las partículas magnéticas. Este trabajo fue apoyado con recursos del proyecto PAPIIT-IA102413.

## GGA-29 CARTEL

### BARRERA GEOQUÍMICA DE CARBONATOS PEDOGÉNICOS.

Rivera Uria María Yazmin, Romero Francisco y Sedov Sergey  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
petuzza@gmail.com

El objetivo de las barreras geoquímicas es crear condiciones químicas que promueven la reducción de los contaminantes, generando condiciones reductoras precipitando metales tóxicos de los drenajes ácidos. Las barreras más estudiadas son los humedales artificiales, barreras reactivas permeables y las calizas. En el caso de la caliza (CaCO<sub>3</sub>) tiene una alta capacidad de poder neutralizar la acidez y precipitar los elementos potencialmente tóxicos, sin embargo no han sido estudiado los carbonatos de origen pedogenético que se desarrollan en ambientes semiáridos. El objetivo del trabajo es presentar los primeros resultados de la evaluación de carbonatos de origen pedogenético como barrera geoquímica en la neutralización de los drenajes ácidos de mina y compararlos con las calizas que son excelentes neutralizadoras. La metodología empleada fue moler tanto el suelo como la caliza y tamizarlos por malla del no. 200 (apertura 0.074mm). Se realizaron pruebas cinéticas de neutralización con drenajes ácidos tomando las relaciones 1:20 y 1:2.5 tanto del suelo como de la caliza con tres repeticiones cada uno. Se midió el pH inicial y se inició una agitación a 200 rpm y cada 24 horas se realizaron lecturas de pH hasta obtener una estabilización del mismo y detener la agitación tomando la última lectura. Las muestras se filtraron con membrana de nitrocelulosa con apertura de 0.45 µm y fueron refrigeradas para que posteriormente se midieran las concentraciones de metales a través de ICP-AES, cationes y aniones por cromatografía líquida. Los resultados mostraron que el pH inicial del drenaje ácido fue de 2 y cuando entro en contacto tanto en el suelo como en la caliza el pH incremento desde 7.4 hasta 7.6 siendo neutros a ligeramente básicos. Con estos valores de pH se pudieron retener en su totalidad o bajar las concentraciones de los iones metálicos como Cd, Ni, Zn y Si y estar por debajo LMP de acuerdo a la NOM-001- SEMARNAT-1996. Se puede concluir en esta etapa que a pesar de que los suelos carbonatados presentan un potencial de neutralización menor que la caliza su capacidad de neutralizar y precipitar a los EPT es igual de eficiente que la caliza.

## GGA-30 CARTEL

### ESTUDIO METALOGÉNICO DEL YACIMIENTO DE GUAYNOPA MUNICIPIO DE MADERA CHIHUAHUA: HACIA UNA TIPOLOGÍA DE YACIMIENTO DEL TIPO IOCG.

Gutiérrez Eric y González Eduardo  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
geo.egutierrez@gmail.com

El objetivo de este estudio es definir la tipología del yacimiento de Guaynopa, municipio de Madera Chihuahua, además de comprender su origen, evolución y relación geológico- tectónico. Los motivos de este estudio es conocer las características y distribución de este tipo de yacimientos en México. La realización de estos estudios se ejecutó dentro de la provincia geológica de la Sierra Madre Occidental, en el límite del Estado de Chihuahua con Sonora México a ± 40 Km al Norte de la mina de Dolores. Guaynopa forma parte de la gran anomalía de cobre y oro que se extiende desde los Estados Unidos pasando por Milpillan, Cananea y La Caridad, y está directamente relacionada a cuerpos intrusivos de composición generalmente granodiorítica que afloran en un área de ± 15km<sup>2</sup> con edades de 92.4 ± 0.5 Ma y 89.1 ± 0.7 Ma y que afectan a calizas del Cretácico, lo que propicia la generación típica de mineralización: Mantos, vetas y diseminados de oro asociado a cobre y óxidos de hierro, lo que define una tipología composicional denominada IOCG en Guaynopa.

## GGA-31 CARTEL

### IDENTIFICACIÓN DE FORMACIONES KÁRSTICAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR: ISLA DE COZUMEL, MÉXICO.

Zapi Salazar Norma Angélica<sup>1</sup> y Frausto Oscar<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM  
<sup>2</sup>Universidad de Quintana Roo, UQROO  
angiezapi@gmail.com

La Isla de Cozumel es de génesis caliza y arrecifal, lo cual acompañado con elementos climáticos, da origen a formaciones kársticas. Se cuenta con registros de las formaciones existentes en la zona de estudio, que se obtuvieron mediante trabajo de campo y archivos documentales; sin embargo, no se tiene una base de datos actualizada y completa, por ello se pretende emplear un método indirecto a través de imágenes LiDAR (light detection and ranging) para su identificación y cartografía. Como insumo principal se utilizó un mosaico de imágenes LiDAR de terreno, al que posteriormente se le aplicaron filtros de sombreado, altimetría y pendiente con la finalidad de facilitar la identificación espacial de las formaciones kársticas. Para dicha identificación, se tomó en cuenta la distribución de los píxeles con base en su valor de altitud; se buscaron los grupos que presentaban valores en orden ascendente del centro a las orillas, ya que esta característica nos indica que se trata de depresiones. Además, se realizó una interpretación visual en donde el criterio de identificación fue la forma geométrica de dichos grupos. Posteriormente, se generó una capa de información para registrar las formas identificadas, las cuales se representaron como puntos. Finalmente, se realizó una comparación con la base de datos existente. Los registros previos muestran un total de 37 formas kársticas, mientras que con la manipulación del modelo LiDAR se logró la identificación de 109 formas; al comparar estos datos se encontró que ninguna de las formas marcadas coincide con los registros previos; sin embargo, 3 de ellos presentan una variación de menos de 15 metros, lo cual puede deberse a que se trata de áreas y se hace referencia a una misma forma. Adicionalmente, se encontraron 3 registros dentro de un intervalo de 100 a 150 metros de distancia del punto muestreado con LiDAR, dicha variación puede explicarse como un error en la toma de coordenadas vía GPS, lo que al final se comprueba realizando una visita a campo. La concentración de formas kársticas es predominante en el sureste de la Isla de Cozumel. Esta investigación se deriva del proyecto Agua y fenómenos hidrometeorológicos extremos del CONACYT-REDESCLIM.