

Sesión Regular

Geología y Geofísica Ambiental

Organizadores:

René Chávez

Luis Miguel Mitre

Salvador Belmonte

Carlos Flores Luna

GGA-1

DISTRIBUCIÓN Y LIXIVIACIÓN A LARGO PLAZO DE ARSÉNICO EN SUELOS CON JALES

García Arreola María Elena, Flores Vélez Luisa Ma., Soriano Pérez Sonia Hortensia, Ríos González Virginia y Escobar Algarín Aaron

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

maria.garcia@uaslp.mx

La actividad minera, durante las últimas décadas, ha ocasionado graves desastres ambientales de dimensiones importantes en distintos lugares del mundo. El área de estudio se encuentra en una zona minera de más de 200 años de operación y colinda con el poblado de Villa de la Paz, San Luis Potosí, México. En este estudio, se realizaron dos tipos de muestreo, en el primero se cavó una zanja tomando muestras a diferentes profundidades, para el segundo tipo de muestreo, se introdujeron columnas de acrílico directamente sobre el suelo. Se determinó la concentración total de As, su distribución mediante extracciones químicas y la lixiviación en columnas, además de aplicar el método de lixiviación indicado en la normatividad nacional para jales. Se encontró un mayor porcentaje de arsénico como residual, por lo que las especies de arsénico presentes podrían ser principalmente arsenopirita y tenantita. Se encontraron hasta 8 000 mg/kg de arsénico total en las muestras, de los cuales el mayor porcentaje encontrado en la lixiviación se atribuye a As residual, encontrándose también muestras con mayor porcentaje de oxidación indicando una mayor lixiviación del sitio. En las pruebas de lixiviación en columnas, indican una dinámica de solubilización lenta del As. De acuerdo con la normatividad mexicana en relación a los suelos, éstos serían considerados de riesgo para la salud, pero en relación a la normatividad de la toxicidad de los jales, las concentraciones de arsénico encontradas en los extractos serían considerados sin riesgo para la salud ya que son menores a 5 mg/L de As. Los estudios de lixiviación a largo plazo de acuerdo al Decreto Holandés de Materiales de Construcción (DBMD), establece un ensayo dinámico en el que se observa que a partir de un tiempo de 20 años, la lixiviación en las muestras rebasa los límites establecidos de 435 mg/m². La contaminación asociada a la explotación minera de Villa de la Paz se hace patente al considerar las concentraciones de As encontradas en los suelos, debido a las reacciones de drenaje ácido de mina que se han llevado a cabo, las cuales se incrementan a mayor profundidad en la mayoría de los sitios. También se demuestra que el sitio de mayor riesgo no es el que contienen la mayor concentración de As total, sino que la muestra en la que se encontró menor concentración total de As, es considerada la más disponible debido a que contiene mayor cantidad de As soluble e intercambiable por lo que su potencial de riesgo se incrementa

GGA-2

COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO DE ELEMENTOS TIERRAS RARAS (REE) EN LOS LIXIVIADOS ÁCIDOS DE LA MINA SANTA LUCÍA, CUBA Y EN AGUAS SUPERFICIALES DE LOS ARROYOS DEL ENTORNO

Romero Francisco Martín¹ y Prol Ledesma Rosa María²

¹*Instituto de Geología, UNAM*

²*Instituto de Geofísica, UNAM*

fmrch@geologia.unam.mx

Este estudio se realizó en el tajo abandonado de la mina Santa Lucía, Cuba y en los residuos generados (terreros), donde se han generado lixiviados ácidos (pH = 2.5 – 2.7) con altas concentraciones de Fe (3071 mg/L) y Zn (1522 mg/L) y bajas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos (EPT) como As, Cd, Pb, Hg, Se y Tl.

Se determinaron concentraciones de REE por ICP-MS en muestras de rocas y de sus lixiviados ácidos, agua y sedimentos de arroyos del entorno. En el agua del arroyo, dentro de la zona de influencia, el pH varía entre 2.5 y 2.8, indicando que han sido contaminadas por los lixiviados ácidos. Sin embargo, en el agua del arroyo -fuera de la zona influencia- el pH es de 6.4.

Las concentraciones de REE en las rocas varían entre 4.4 y 50.4 ppm y en sus lixiviados ácidos entre 0.0054 y 0.364 ppm, las cuales son superiores a las de las aguas contaminadas (0.0004 – 0.046 ppm). En las aguas no afectadas solamente fueron detectadas las concentraciones de REE ligeros (< 1.0 x 10⁻⁵ – 2.8 x 10⁻⁵ ppm) que son inferiores a las de los lixiviados ácidos y aguas contaminadas. Estos resultados indican que REE tienen un comportamiento similar a los EPT, ya que el medio ácido propicia la disolución de los minerales de la roca "fuente" de REE con la subsecuente transferencia a la fase acuosa.

El patrón de REE en las rocas (normalizados respecto a la condrita) exhibe una anomalía negativa de Eu, un enriquecimiento en REE ligeros y un empobrecimiento de REE pesados. Sin embargo en los lixiviados ácidos, el patrón de REE presenta una anomalía positiva de Eu, un enriquecimiento de REE intermedios y un empobrecimiento de REE pesados, lo que indica que estos últimos son menos móviles, ya que al tener un radio iónico más pequeño -una vez liberados- pueden sustituir fácilmente al Al³⁺ en algunos minerales.

En el agua ácida del arroyo se produce una remoción de REE (0.0004 – 0.046 ppm), debido a la transferencia de REE a los sedimentos, donde podrían estar retenidos por procesos de sorción en minerales estables bajo condiciones ácidas. El enriquecimiento de REE en los sedimentos (0.05 – 12.31 ppm) fundamenta lo anterior. Considerando que REE tienen un comportamiento similar a los EPT, se puede inferir que estos sedimentos tienen capacidad para removerlos de la fase acuosa, lo que es importante desde el punto de vista ambiental ya que limita su movilidad.

Los patrones de REE de los sedimentos y aguas contaminadas exhiben una anomalía positiva de Eu, lo que es opuesto al patrón de REE de los lixiviados ácidos (fuente de contaminación). Esto parece indicar que en la zona de mezcla, la dilución podría estar contribuyendo al descenso de las concentraciones de REE en las aguas contaminadas.

Este estudio permite concluir que el comportamiento de REE en estos ambientes puede ser una herramienta útil para entender mejor los procesos geoquímicos que ocurren durante

la generación de drenaje ácido y la subsecuente movilización y retención de EPT.

GGA-3

ESTUDIO AUDIOMAGNETOTELÚRICO EN UN DEPÓSITO DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS

Pamplona Pérez Uriel, Romo Jones José
Manuel y Vázquez González Rogelio

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

upamplon@cicese.mx

El propósito de este trabajo es presentar los resultados obtenidos de un estudio geofísico en un sitio que fue utilizado para la disposición de desechos sólidos, con el objeto de determinar el espesor de los desechos acumulados. La prospección geofísica se realizó con el método audiomagnetotelúrico (AMT), utilizando campos electromagnéticos naturales en la banda de frecuencia de 10 Hz a 100 kHz y una fuente controlada en la banda de 800 Hz a 64 kHz. Como objetivo principal del trabajo se planteó la determinación del espesor de los desechos, y como segundo objetivo la identificación de la posible infiltración de lixiviados, los cuales pueden afectar seriamente el subsuelo y los acuíferos de la zona. Para cumplir con estos objetivos se registraron datos en 32 sitios distribuidos a lo largo de tres perfiles. Los datos observados se procesaron para calcular el determinante del tensor de impedancia, a partir del cual se estimaron resistividades aparentes y fases que fueron utilizadas en el proceso de inversión 2-D de cada uno de los perfiles. Las secciones geoeléctricas resultantes sugieren la presencia de horizontes conductores bien definidos (1-5 Ohm-m), asociados directamente a los desechos acumulados a lo largo de la vida del relleno, por otro lado, en los tres perfiles se presenta una anomalía resistiva (~100 Ohm-m) a una profundidad aproximada de 50 m, asociada posiblemente a la acumulación de gas atrapado bajo una barrera impermeable. En los tres perfiles se puede identificar de manera clara el espesor de los desechos, entre 80 y 100 m en la parte más profunda. En los perfiles orientados NW-SE, se observa una anomalía conductora (~10 Ohm-m) que se extiende con dirección SE asociada probablemente a infiltración de lixiviados en el subsuelo. Los resultados obtenidos mediante la aplicación del método AMT, muestran que es una herramienta útil en trabajos ambientales como es el caso de la detección de contaminantes producidos por lixiviados.

GGA-4

ESTUDIO COOPERATIVO CON METODOS ELECTRICOS, POTENCIALES Y ELECTROMAGNETICOS APLICADOS A UN VERTEDERO DE DESECHOS URBANOS

Alatorre Zamora Miguel Angel¹, Campos Enríquez José Oscar² y Belmonte Jiménez Salvador Isidro³

¹*Departamento de Ingeniería Civil y
Topografía, Universidad de Guadalajara*

²*Instituto de Geofísica, UNAM*

³*Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, IPN*

alatorre2004@hotmail.com

Los estudios enfocados a problemas ambientales son en gran medida multidisciplinarios. En particular, los parámetros eléctricos se involucran directamente en el estudio de la contaminación provocada por la disposición de los desperdicios en sitios inadecuados.

Se han empleado Potencial Espontáneo (PE), tomografía resistiva y VLF en el vertedero de desechos caseros de Matatlán, Jalisco, con el objetivo de enriquecer y apoyar la información que se ha aportado mediante gravimetría y magnetometría.

Se adquirieron anomalías PE empleándose la técnica de gradientes sobre dos líneas de 150 y 200 metros, que se interpretaron mediante modelado directo y por inversión. El primero muestra la topografía y profundidad de un nivel freático de lixiviados, mientras que las técnicas de inversión señalan la extensión vertical y lateral de un flujo vertical.

Los datos de tomografía eléctrica fueron adquiridos con electrodos de potencial colocados cada diez metros, en arreglo tipo Wenner. Estos datos son interpretados mediante una técnica de optimización no lineal de mínimos cuadrados. Los valores de resistividades que parecen corresponder a acumulaciones de lixiviados ocurren entre 10 y 20 #m. El rango entre 20 y 100 #m correspondería al seno del vertedero, mientras que el basamento andesítico estaría representado por resistividades de entre 150 y 500 #m. En casi todas las secciones los lixiviados se acumulan de forma puntual, alcanzando la superficie del vertedero. La interpretación de secciones iso-resistivas propone dos características importantes en cuanto al comportamiento de los lixiviados: 1) la acumulación debida a un hundimiento del basamento al oeste y este del vertedero, y 2) la presencia de fallas que atraviesan el área de norte a sur y en sentido NW-SE.

Se realizaron dos levantamientos con un equipo VLF que accede a tres estaciones transmisoras. Se tomaron siete perfiles W-E y N-S partiendo del comportamiento de las componentes real e imaginaria, y se modelaron mediante la técnica de Karous-Hjelt. Este filtro se aplica con un filtro pasabajos dando como resultado una distribución vertical de densidades de corriente aparentes. Estas densidades representan zonas conductoras en el subsuelo. Así se modelan cuerpos en celdas que corresponden a fallas, parte del relleno y elevaciones del basamento. Aunque los errores de ajuste entre las curvas calculada y observada son relativamente altos, el comportamiento entre ambas anomalías es semejante. Los cuerpos, y en especial las fallas, concuerdan básicamente con la situación que muestran los modelos de tomografía resistiva.

Por medio de la gravimetría, magnetometría y tomografía eléctrica se han establecido las partes bajas y altas del basamento. Una gran porción del sector occidental constituye una

depresión. Las partes nor-occidental y oriental constituyen un alto estructural.

Basados en los resultados que arrojan los procesados se diseña un esquema integrado de estructuras propuestas como fallas. La congruencia mostrada por las técnicas potenciales, eléctricas y de VLF es bastante clara, ya que varias fallas coinciden en posición y tendencia aproximadas.

Este estudio demuestra la factibilidad de la aplicación de las cinco técnicas geofísicas a la caracterización del basamento de un vertedero de desechos urbanos ubicado en un ambiente volcánico.

GGA-5

MAPEO DE GRANDES FRACTURAS QUE AFECTAN AL BASAMENTO DE UN VERTEDERO DE DESECHOS URBANOS AL OCCIDENTE DE MEXICO. EVALUACION DEL USO DE LA DECONVOLUCION DE EULER, DE LA SEÑAL ANALITICA Y DEL METODO MICROMAGNETICO

Alatorre Zamora Miguel Angel¹, Campos Enríquez José Oscar², Chávez Segura René² y Belmonte Jiménez Salvador Isidro³

¹Departamento de Ingeniería Civil y Topografía, Universidad de Guadalajara

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

alatorre2004@hotmail.com

En este estudio reportamos la aplicación de la deconvolución de Euler, de la señal analítica y del análisis estadístico (método micromagnético) de lineamientos en mapas de gravedad y magnéticos para el estudio de la naturaleza de sistemas de fracturas que afectan al basamento andesítico del vertedero de desechos urbanos de Matatlán, al SE de Guadalajara, al occidente de México. Este vertedero está asentado sobre depósitos andesíticos y riolíticos, en un extremo occidental del cañón del Río Santiago.

Mediciones realizadas en afloramientos indican que los sistemas de fracturas que afectan al basamento tienen orientaciones medias N-S, N75-80E, N60-65W y N25-30W. El análisis cualitativo de los mapas de anomalías magnéticas y de gravedad revela la existencia de lineamientos con orientaciones similares (E-W, NW-SE y NE-SW).

La aplicación de análisis estadístico (método micromagnético) a las anomalías en los mapas magnéticos y de gravedad permitió establecer la presencia de poblaciones de lineamientos con orientaciones EW, N60-80E, N70-80W, N20-30W, N40-45E y N-S, N55-80E (máximo en N70E), N40-50E, N35-50W, N60-70W respectivamente. Así fue posible establecer la existencia de una correlación de buena a clara entre las orientaciones de las fracturas medidas y los lineamientos que caracterizan a las anomalías en los mapas gravimétricos y magnéticos.

Los resultados de la deconvolución de Euler apoyan la presencia de lineamientos con las anteriores orientaciones. Además, los resultados de la señal analítica confirman la presencia de tendencias estructurales similares a las obtenidas con la deconvolución de Euler y el método micromagnético. Este último fue aplicado a los datos magnéticos y de gravedad para calibrar los resultados tanto de la deconvolución de Euler como de la señal analítica. A su vez, los resultados del método micromagnético se calibraron con las mediciones de las fracturas.

La naturaleza como falla o fractura de estos lineamientos fue confirmada finalmente por modelado directo 2-D cooperativo de perfiles de gravedad y magnéticos. Las estructuras inferidas de estos resultados se podrían asociar con fallas tectónicas regionales, y hemos inferido que ellas pueden constituir conductos para la migración de lixiviados fuera del depósito, dando lugar a la contaminación del ambiente circundante. Así, se puede explicar la presencia de una cascada de lixiviados al NE del sitio.

La mayoría de los estudios de carácter ambiental (e.g., de vertederos de desperdicios) se basan principalmente en métodos eléctricos, electromagnéticos y/o sísmicos. La gravimetría y magnetometría han sido escasamente aplicadas en tópicos de geofísica ambiental. Sin embargo, métodos magnéticos y de gravedad no convencionales en situaciones geológicas específicas, pueden ser muy útiles para estudiar depósitos de desechos urbanos.

GGA-6

ESTUDIO DE UNA PLUMA CONTAMINANTE PRODUCIDA POR LIXIVIADOS, UTILIZANDO MÉTODOS GEOELÉCTRICOS

Belmonte Jiménez Salvador Isidro, Jiménez Castañeda Martha Elena y Bortolotti Villalobos Alberto

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

sbelmont@prodigy.net.mx

La exploración eléctrica se fundamenta en el estudio de las variaciones de la resistividad eléctrica del subsuelo permitiendo obtener información sobre su estructura y composición de manera rápida, no destructiva y económica. En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación del arreglo dipolo-dipolo y sondeos eléctricos verticales (SEV) en un sitio afectado por lixiviados provenientes del tiradero municipal de la ciudad de Oaxaca. El arreglo dipolo-dipolo es sensible a variaciones laterales de resistividad, por lo que se utilizó para determinar zonas anómalas relacionadas con la presencia de lixiviados. Para estimar el espesor de la zona no saturada (ZNS) se realizaron sondeos eléctricos verticales (SEVs) cuya interpretación permitió definir una zona de baja resistividad coincidente con el área detectada por los perfiles dipolares. Esta zona puede asociarse con fracturas que permiten la circulación de los lixiviados hacia el lecho rocoso sin afectar el acuífero libre existente en el valle.

En general los perfiles dipolares y los sondeos eléctricos verticales aplicados a un mismo problema han dado buenos resultados para determinar los límites laterales y la profundidad de la pluma contaminante.

GGA-7 CARTEL

RELACION URANIO-AGUA EN CIUDAD ALDAMA, MEXICO

Villalba María de Lourdes¹, Yssa Guzmán Luis¹, Pinales Munguía Adán¹, Royo Ochoa Miguel¹, Chávez Aguirre Rafael¹, Colmenero Sujo Luis^{2 y 3}, Mireles Fernando⁴ y Dávila Ignacio⁴

¹Facultad de Ingeniería, UACH

²Instituto Tecnológico de Chihuahua

³Facultad de Enfermería, UACH

⁴Centro Regional de Estudios Nucleares, UAZ

mvillalb@uach.mx

El descubrimiento de minerales uraníferos en el estado de Chihuahua, México, y concretamente en la Sierra Peña Blanca, se inicia a partir del año 1928, cuando en la localidad aurífera de Placer de Guadalupe, se identificó uraninita asociada con el oro de placer, siendo éste sitio la primera localidad mexicana en la que se determinó dicho mineral radiactivo. La población de Placer de Guadalupe, se localiza el valle de Aldama, en el cual, durante los años 1958 y 1964, se descubrieron varias localidades uraníferas en calizas que desde entonces se definieron como representantes de los yacimientos de uranio más importantes de país, cuya exploración minera condujo a la definición de 2 minas notables: minas de Sierra de Gómez y El Calvario, ésta última localizada en la porción sur de la Sierra del Cuervo – Peña Blanca. Estos depósitos consisten en minerales secundarios de uranio en cuerpos irregulares de reemplazamiento a lo largo de fracturas, mantos y bolsas alojados en calizas del Cretácico Inferior, con base en los cuales se proyectó la instalación de la primera planta de beneficio de uranio del país, que se construyó en Villa Aldama, Chih.

Villalba y colaboradores (2005) han reportado en diferentes trabajos datos sobre el contenido de uranio en muestras de agua subterránea y superficial colectada en pozo y río de Ciudad Aldama. Mostrando concentraciones de uranio en algunas de ellas, mayores a los indicados por la Norma Oficial Mexicana. Por otra parte Colmenero-Sujo et al. (2004) determinaron la concentración de la serie 40K, 238U y 232Th en muestras de suelo colectadas en el área alrededor del poblado de Aldama, Chih. Indican alta actividad de 238U en el suelo, en algunos lugares, probablemente producto del proceso de concentración en la planta de beneficio.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las causas naturales o antropogénicas de la presencia de uranio en el agua subterránea que abastece a ciudad Aldama, Municipio Aldama. Para ello se analizará y definirá el perímetro de la zona de estudio, se seleccionarán los pozos colindantes con la zona, se medirá el contenido de los isótopos radiactivos en las muestras de agua, se realizarán diversas pruebas para conocer las propiedades hidráulicas del medio, así como se realizará modelación matemática para predecir la evolución espacial y temporal del contaminante, obteniendo un diagnóstico real respecto a la relación uranio-agua.

GGA-8 CARTEL

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HG TOTAL EN DIFERENTES USOS DEL SUELO AL SUR DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO

Hernández Silva Gilberto¹, Scharek Péter², Bartha Andrés², Solorio Munguía Gregorio¹, Tullner Tibor², Kristoff Daniel², Solís Valdez Sara¹ y Vassallo Morales Luis¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Geological Institute of Hungary

ghsilva@geociencias.unam.mx

Una característica del paisaje al sur de la Sierra Gorda, son sus múltiples bocaminas de mercurio. Se tienen registros arqueológicos que muestran que, desde el siglo IV de nuestra era, los habitantes de esta región, llevaban a cabo actividades mineras relacionadas con la explotación y manejo del cinabrio (HgS). A mediados del siglo pasado, la región surgió como la más importante productora a nivel nacional. Estos antecedentes dejaron una secuela de residuos expuestos a la intemperie. El mercurio persiste en el ambiente y en sitios contaminados, aún después de cientos o miles de años después que cesaron las operaciones de extracción. Los residuos de la minería se han intemperizado gradualmente y se han incorporado al ambiente mediante procesos de erosión, lixiviación, transporte, etc. En consecuencia, estas actividades mineras han liberado grandes cantidades de Hg, contaminando el agua, suelo, biota y atmósfera pudiendo ser ésta re-depositada en el entorno. Casi toda la producción de mercurio pasada y presente proviene de yacimientos de mercurio en forma de cinabrio (HgS). Con base en este historial, se plantean los objetivos: 1. Determinar la distribución espacial (mapeo) del Hg(t) en suelos, sedimentos y terreros y 2. Relacionar los diferentes usos del suelo con el contenido de Hg(t). La base de datos fue conformada por 102 sitios de muestreo georreferenciados. La concentración del mercurio fue determinada utilizando un equipo AMA-234, específico para el mercurio. Para establecer la relación entre los diferentes usos del suelo con los contenidos de mercurio se utilizó la prueba no-paramétrica ANOVA. Para determinar el modelo de dispersión del mercurio en los aproximadamente 300 km² del área de estudio, se utilizó el SIG ARCVIEW 8.1. Los usos del suelo que se tomaron en cuenta fueron: 1) Suelo en sitio prehispánico, 2) en vegetación secundaria, 3) forestal, 4) agrícola, 5) terrero + suelo, 6) terrero, 7) terrero tipo skarn, 8) sedimento, 9) mina moderna, 10) mina prehispánica, 11) mina prehispánica + moderna. El mapa muestra los diferentes rangos de concentración del Hg, señalando las zonas de mayor riesgo. Finalmente, se discute el contenido de mercurio total en función de los diferentes usos del suelo.

Apoyo PAPIIT: INI-116806

GGA-9 CARTEL

**LA MINERALIZACIÓN DE MERCURIO (HG)
EN LA SIERRA GORDA. CONTAMINACIÓN
Y CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS EN LA
REGIÓN DE SAN JOAQUÍN, QRO., MÉXICO**

Martínez Reyes Juventino, Mitre Salazar Luis Miguel,
Hernández Silva Gilberto y Hinojo Alonso Norma Angélica

Centro de Geociencias, UNAM

jmr@geociencias.unam.mx

La explotación minera en la Sierra Gorda queretana ha sido enfocada esencialmente hacia los sulfuros y óxidos de plata, plomo, zinc, cobre, antimonio y mercurio; este último elemento especialmente en la región de San Joaquín desde épocas prehispánicas.

El mercurio es un elemento contaminante muy tóxico. Contamina suelos, plantas, agua y aire y sus efectos perduran por mucho tiempo. Es el caso de la región minera de San Joaquín donde los efectos nocivos en los seres humanos se conocen en osamentas de nuestros antepasados prehispánicos como en personas aún vivientes.

En la región de San Joaquín se ha implementado un proyecto multidisciplinario que enfoca la presencia de mercurio en las épocas prehispánica y moderna (Proyecto PAPIIT IN1116807) en donde se ha incluido el aspecto geológico; aquí presentamos los primeros resultados.

Los yacimientos de mercurio en nuestro país se localizan principalmente en los estados de San Luís Potosí, Querétaro y Guerrero. Los más importantes son los de la Sierra Gorda queretana, particularmente en la región de San Joaquín-Peñamiller, donde se han censado numerosas minas grandes y pequeñas, prehispánicas, coloniales y modernas. Actualmente la extracción del mercurio en esta región es prácticamente nula.

La geología de la región minera de San Joaquín se caracteriza por la presencia de formaciones marinas del Jurásico superior (F. Las Trancas, volcanosedimentaria, de ambiente de cuenca), del Cretácico inferior (F. El Doctor, carbonatada, de ambiente de plataforma y arrecifal, y las formaciones Tamaulipas y Cuesta del Cura sus equivalentes de talud y cuenca) y del Cretácico superior (F. Soyatal, calcáreo-terrigena, a de ambiente de cuenca). Estas formaciones fueron deformadas (plegadas) y levantadas (exhumadas) durante la Orogenia Laramide (Cretácico superior-Paleoceno), originando fallas de cabalgadura y grandes sistemas estructurales de anticlinales y sinclinales de orientación NW-SE. Después de los efectos de una tectónica distensiva terciaria de fallas normales se ha modelado un sistema montañoso abrupto cuyas cúspides rebasan los 3 000 metros de altitud. Esta actividad tectónica se manifiesta aún en nuestros días a través de la sismicidad registrada en la región.

La presencia de pequeños cuerpos intrusivos (granodioríticos, dioríticos y monzoníticos) es la manifestación de un magmatismo terciario en la región, el cual está relacionado directamente con la mineralización.

La mena principal del mercurio en la región de San Joaquín es el cinabrio (SHg). La mineralización se aloja indistintamente en todas las formaciones mesozoicas marinas. En esta región la mayoría de las minas, aunque no las más importantes, han sido desarrolladas en las formaciones carbonatadas del Cretácico inferior. Esto puede obedecer a que el factor geológico-geoquímico de control de los yacimientos sea de tipo sílice-carbonato. La mineralización aparece en vetas de tallas

diversas (relleno de fracturas y fallas) por lo que su factor estructural de control es tectónico.

La información geológica sobre los yacimientos de mercurio en la región de San Joaquín era prácticamente inexistente. La información sobre los efectos de contaminación del ambiente natural, social y de salud pública también eran casi desconocidos.

GGA-10 CARTEL

**EL MANEJO REGIONAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MEXICO**

Mitre Salazar Luis Miguel¹, Martínez Reyes
Juventino¹ y Bayona Célis Armando²

¹*Centro de Geociencias, UNAM*

²*Centro Queretano de Recursos Naturales*

lmitre@geociencias.unam.mx

Querétaro, como es bien sabido, es un estado muy dispar en cuanto a numerosas características físicas, socioeconómicas y de la infraestructura. Esto provoca que la problemática de los desechos, su recolección, confinamiento y reciclado, en su caso, revista diferencias importantes en cada una de sus regiones. Esta problemática se ha tratado de resolver por parte de los municipios en forma local y descoordinada, con la necesidad simplemente de cumplir con las diversas necesidades del servicio, así como con una normatividad que es uniforme y viene dictada en principio desde la Federación.

Lo anterior ha provocado el incumplimiento de la normatividad vigente en la gran mayoría de los 18 municipios y en consecuencia, representa importantes rezagos y riesgos para los habitantes de las comunidades y para el medio ambiente.

El escenario actual, obliga a lograr un cambio radical, que permita sumar esfuerzos a nivel de los municipios de cada región, con el apoyo y la coordinación de organismos estatales, hacia la sustitución de tiraderos pequeños y dispersos, por rellenos sanitarios de tamaño mayor, que se ubiquen sobre terrenos físicamente adecuados (que no se presentan en todos los municipios), en sitios que permitan el traslado económico de los desechos y cuya capacidad garantice su operación por periodos mucho más largos que los que se manejan hoy.

Para lograr esto, se deberá partir de un diagnóstico que tome en cuenta una serie de factores, de los que se enumeran abajo algunos de importancia fundamental.

La naturaleza de los terrenos:

- El relieve, la posición topográfica, la pendiente y la dinámica geomorfológica
- La posición del terreno en las cuencas hidrológicas
- Los factores climáticos y los balances de agua en cada caso
- Las corrientes y cuerpos de agua
- La presencia, extensión, profundidad y dinámica de los acuíferos
- El material geológico, su permeabilidad y grado de fracturamiento, la dinámica de las fallas y otras estructuras
- Los tipos del suelo, su permeabilidad, propensión a la erosión, inundación y contaminación
- Los ecosistemas presentes, su distribución, biodiversidad, fragilidad y estado actual

Factores socioeconómicos y de la geografía humana:

- La ubicación de las localidades y sus zonas de crecimiento
- La población y sus tendencias de cambio
- El uso del suelo
- La infraestructura vial, industrial y de servicios

Factores normativos, de gestión y operación:

- Localización y distribución de la generación de residuos y sus proyecciones
- Redes viales, distancias y tiempos de traslado
- Ordenamientos, planes de desarrollo a todos los niveles, programas específicos
- Costos y posibilidades de financiamiento y recuperación
- Tecnologías disponibles

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto FOMIX- QRO-2005-C01-15118. "Programa Maestro con Enfoque Regional e Intermunicipal para detener la creación de tiraderos de residuos a cielo abierto en todo el Estado".

GGA-11 CARTEL

EVALUACION DE EROSION NATURAL DE LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO SONORA

Sámano Tirado Alma Patricia, Minjarez Sosa Ismael, Montijo González Alejandra, Sosa León Porfirio, De la O Villanueva Margarita y Meza Figueroa Diana María

Departamento de Geología, Universidad de Sonora

samano@geologia.uson.mx

La erosión en México es un problema alarmante, debido al empobrecimiento y pérdida de sus suelos. El suelo es necesario para la captación de aguas subterráneas, la reproducción de la vida silvestre (vegetal y animal) y la obtención de alimentos. Sonora es una entidad severamente afectada por la desertificación, debido al clima del estado, que determina una alta fragilidad en los suelos, así como la intervención inadecuada de la acción del hombre. Dentro de los distintos procesos de degradación de suelos que se manifiestan en la desertificación, la erosión es la más extendida, se calcula que casi la totalidad de la superficie del estado está afectada por procesos erosivos en diferentes niveles de gravedad.

En este trabajo se evalúa la erosión natural de la cuenca media y alta del río Sonora, utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS), incorporada a un Sistema de Información Geográfica (Arc View 3.2), para determinar erosión natural y potencial de una superficie de 21,197 km². Del resultado del análisis de erosión actual se puede observar en las zonas montañosas los valores más altos que varían de 7.6 a 40 ton/ha/año, con una pérdida de erosión de suelo moderada, lo cual se atribuye principalmente al efecto de la vegetación, debido a que sin ésta, la pérdida de suelo rebasaría las 50 ton/ha/año, como se observa en el mapa de erosión potencial. Los valores más bajos oscilan entre 0 y 1 ton/ha/año, en las zonas topográficamente más bajas, entre Hermosillo y Benjamín Hill. La tasa media de erosión actual, varía entre 2.60-4.60 ton/ha/año y se presenta principalmente en la porción E del área, donde la geomorfología es moderada.

Haciendo un análisis comparativo entre los mapas de erosión potencial y erosión actual, se establece que la degradación del suelo es favorecida por el tipo de vegetación, el régimen de lluvias y la composición del suelo. La protección del suelo que ofrece la cubierta vegetal, para reducir la erosión, queda de manifiesto en los valores encontrados en los dos tipos de erosión, cuyos rangos máximos disminuyen de 50 a 40 ton/ha/año aproximadamente, aunque se trate de zonas con poca vegetación como la que existe en la cuenca, esta es significativa, pues la lámina de erosión de suelo disminuye 1 mm por año.

Al Aplicar la fórmula de la EUPS, se encontró que el factor de longitud y grado de pendiente (LS) es el que más influye en la estimación de la pérdida de suelo; de aquí podemos concluir que el 99.5% del área de estudio tiene una erosión tolerable, para suelos poco profundos de alta erosividad y sobre roca madre.

GGA-12 CARTEL

HIGH-RESOLUTION SUB-BOTTOM PROFILING USING NONLINEAR ACOUSTICS: APPLICATION TO CERRO PRIETO DAM STUDY

Yutsis Vsevolod¹, De León Gómez Héctor¹, Levchenko Oleg², Lowag Jens³, Krivosheya Konstantin¹, Masuch Oesterreich Dirk¹, Kotsarenko Anatoliy⁴ y Izaguirre Váldez Fátima¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León

²P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia

³Innomar Technologie Gmb, Rostock, Germany

⁴Universidad Nacional Autónoma de México

vyutsis@fct.uanl.mx

Accordingly to the High Resolution Non Linear Acoustic Theory (HRNLA) the sound pulses directed to the seafloor and reflected at seafloor from sediment layer borders and objects. Echo strength depends on reflection coefficient, attenuation, and surface roughness. Resolution depends on beam width, and pulse length.

Advantages of HRNLA are: Narrow sound beam at small transducer sizes; Constant directivity for different frequencies; Short transmitting pulses without ringing; High pulse repetition rates possible; Mobile systems with very high spatial resolution.

Disadvantages HRNLA are: High transmitting power and high sound pressure are required; Low efficiency of generated differential signal (<5%).

Applications for Parametric Sub-bottom Profilers: Surveying of the morphology of the bottom surface and muddiness for dredging tasks and environmental investigations; Surveying of sediment structures (Route Surveys); Surveying in small and shallow waters like ports, gravel pits, harbour basins, flood gates, shore zones; Search for pipelines, cables, stones and archaeological objects like wrecks and historical buildings; Investigation of building sites like bridges and tunnels; Search for mineral resources (gravel, sand).

Cerro Prieto Dam, a small water reservoir in the NE Mexico, is characterized by very high velocity of recent sedimentation, high sub-bottom seepage and erosion, and as a result, nonlinear water balance. These phenomena were never studied since construction of the dam in the beginning of 1980's. So the goal of our work was to investigate the bottom topography and besides sub-bottom near surface structure using the parametric acoustical effect.

High-resolution sub-bottom profiling, using the Innomar SES-2000 compact echo sounder, was carried out in Cerro Prieto Dam during February-April of 2008. The survey was conducted onboard of a small motor boat. The SES transducer was mounted on the front side of the boat using light metal pipe, and all electronic equipment was installed on the deck. Accurate positioning of the boat was reached by GPS. Average speed was 8-10 km/h. Innomar's software tool ISE provides near real-time post-processing of the collected SES data and operation procedure could be corrected on-line. Acoustic signal ensured vertical resolution of 10-15 cm at acceptable penetration up to 15 m. Bathymetry map was compiled assuming average sound velocity of 1450 m/s.

The irregular bottom topography of Cerro Prieto water reservoir was discovered. The present elevation of the water surface is about 181 m above sea level, and the lake depth varies from 1-2 to 28 m.

The SES records show a distinct bottom layer of recent sediments by 0.5 - 4 m thickness which follows reservoir floor topography. Very specific acoustic anomalies, which seem to be related with gas sediments, are observed. The integrated SES, gravity, magnetic, and geoelectrical data interpretation allows assuming a series of the superficial fractures focused in a NW direction, perpendicular (NESW) to the general deep fault zone.

The authors would like to thank Universidad Autónoma de Nuevo León for funding support of the project PAICYT CT1705-07 and Innomar Technologie GmbH (Rostock, Germany), who kindly provided the SES-2000 compact equipment.

GGA-13 CARTEL

MONITOREO MAGNÉTICO DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS URBANOS EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN

Aguilar Reyes Bertha¹, Bautista Francisco² y Gogichaishvili Avto¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

baquilar@geofisica.unam.mx

La respuesta magnética de los materiales constituyentes de sedimentos y suelos es determinada y dominada por la fracción minoritaria de minerales magnéticos (ferrimagnéticos y antiferromagnéticos). Estos minerales son denominados portadores magnéticos y su señal magnética es detectable aun cuando la proporción en suelos generalmente no supera el 1%.

En el presente trabajo se ha realizado un estudio de diagnóstico para lo cual se ha empleado la medición de la susceptibilidad magnética en altas y bajas frecuencias, así como la magnetización isotérmica de saturación (MRIS) y la adquisición de magnetización isotérmica aplicando campos H reversos (MRI--300).

El mapeo de la susceptibilidad magnética es un método muy confiable para la estimación cualitativa de la contaminación antropogénica. Este parámetro magnético ha reflejado, bajo ciertas condiciones, la distribución de contaminación antropogénica debida a la deposición atmosférica de cenizas y partículas producto de combustión, así también como desechos sólidos metálicos. Distintos autores han examinado la eficacia de este método, aunque para resultados más cuantitativos se requiere de estudios detallados que involucren un conjunto más amplio de parámetros magnéticos relacionados con concentración y características de los portadores magnéticos.

GGA-14 CARTEL

APLICACIÓN DE DOS MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS EN UN MEDIO FRACTURADO AFECTADO POR LIXIVIADOS, GENERADOS POR EL TIRADERO A CIELO ABIERTO DE LA CIUDAD DE OAXACA.

Belmonte Jiménez Salvador Isidro, Bortolotti Villalobos Alberto y Jiménez Castañeda Martha Elena

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

sbelmont@prodigy.net.mx

Dentro de los problemas ambientales que sufren las ciudades son la inadecuada disposición final de los residuos sólidos, los cuales son depositados en tiraderos a cielo abierto y la Ciudad de Oaxaca no es la excepción, ya que sus residuos sólidos son depositados en un predio al aire libre, lo que ocasiona que el suelo, aire y principalmente las aguas subterráneas se puedan contaminar por los lixiviados que ahí se generan y se infiltran en el subsuelo. La situación se agrava si consideramos que los asentamientos humanos cerca de este basurero son cada vez más, incluso las viviendas ya se encuentran en sus periferias, lo cual es un riesgo para la salud humana. Se presentan resultados al explorar los lixiviados que están siendo generados por el tiradero a cielo abierto utilizando dos métodos geofísicos; bobinas electromagnéticas (EM) y Very Low Frequency (VLF), ubicado en un medio fracturado.

Se realizaron seis perfiles en la zona del tiradero en dos periodos distintos con un intervalo de 6 meses, las estaciones fueron a cada 5 m con longitudes de 325 m, 320 m, 300 m, 645 m, 275 m, 415 m respectivamente para los perfiles 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Los datos obtenidos se procesaron utilizando modelos en 2D los cuales se representan a través de imágenes de contorno donde se muestran las conductividades aparentes para el caso de bobinas y de densidad de corriente para el caso de VLF, las cuales arrojaron resultados razonables donde se pudo inferir las zonas afectadas por la infiltración de lixiviados.