

Sesión regular

Geología y geofísica ambiental

Organizadores:

José Juan Francisco Castillo Rivera
Juan García Abdeslem
Janete Morán Ramírez

GGA-1

APLICACIÓN DE ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS COMO TRAZADORES DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN UNA ZONA MINERA DEL NORTE DE MÉXICO

Doctor Almazan Azucena y Romero Francisco Martín
 Instituto de Geología, IGEOLOG
 adalmazan@geologia.unam.mx

Los Elementos de Tierras Raras (ETR) incluyen a los metales con número atómico entre 57 y 71 (La-Lu). Tradicionalmente se utilizan como trazadores por tener patrones distintivos acordes con el tipo de roca y su origen. A partir de la década de los 80 se han empleado para trazar procesos geoquímicos superficiales en residuos mineros, drenaje ácido de mina (DAM), cuerpos de agua, sedimentos de río y suelos. Se ha observado que los ETR conservan la firma geoquímica del material original y del proceso que los fracciona, por lo que se han empleado como trazadores de la influencia de drenaje ácido de minas hacia el medio abiótico: aguas superficiales, sedimentos, suelos, etc. El 06 de Agosto de 2014 en una zona minera de Cananea, Sonora, ocurrió un derrame de aproximadamente 43000 m³ de una solución ácida, oxidante y con elevadas concentraciones de Fe (III) y Cu (II), similar al DAM. Se reporta que este derrame alcanzó los cauces del arroyo Tinajas y los ríos Bacanuchi y Sonora, que forman parte de la Cuenca del Río Sonora. A partir de esa fecha y hasta los meses de octubre-noviembre, se realizaron acciones de remediación que consistieron en la remoción del material visiblemente impactado. Posterior a la remediación, se han realizado diferentes campañas de muestreo, en los sedimentos de los cauces, para evaluar la posible presencia de contaminación residual. Los resultados del análisis geoquímico reportaron la presencia de altas concentraciones de Fe, Al y Mn y concentraciones relativamente bajas de otros metales (As, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni) en los sedimentos del arroyo Tinajas y río Bacanuchi, principalmente. La concentración de estos elementos, en los sedimentos de los cauces de los ríos afectados, están dentro del intervalo de los valores naturales de fondo de la zona, por lo que no es fácil distinguir la contaminación residual asociada al derrame, de la fuente natural de la zona, que se caracteriza por los variados y enriquecidos cuerpos mineralizados a lo largo y ancho de la cuenca del Río Sonora. Dadas estas condiciones, es preciso hacer una discriminación de fuentes naturales y antropogénicas (asociada al derrame) de metales y metaloides, por lo que se ha estudiado el comportamiento de los ETR en la fuente antropogénica (derrame) y natural (rocas) y en los sedimentos de los cauces afectados. Los primeros resultados indican un patrón de ETR distintivo en las muestras obtenidas en el arroyo Tinajas vs las obtenidas en los ríos Bacanuchi y Sonora, además de un enriquecimiento en ETR-Ligeras (La-Sm) con una tendencia al empobrecimiento en ETR-Pesadas. Se observó una marcada anomalía negativa de Europio en los sedimentos cercanos a la fuente del derrame que decrece aguas abajo de los ríos afectados. Se considera que la comparación de estos patrones con materiales no impactados (rocas y suelos) definirá su aplicación, en esta zona minera, como trazadores para discriminar la fuente de contaminación antropogénica (derrame) de la fuente natural asociada a los cuerpos mineralizados de la cuenca del Río Sonora.

GGA-2

EVALUACIÓN PETROFÍSICA PARA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INTERÉS PARA ALMACENAMIENTO DE CO₂ Y DE EXPLOTACIÓN PETROLERA.

Muñoz Nava Angel Ulises
 Instituto Politécnico Nacional, IPN ESIA Ticomán
 am.geofisico@gmail.com

La contaminación atmosférica y los gases de efecto invernadero son un problema que día a día están incrementando, el porcentaje de emisiones de CO₂ de orígenes antrópicos a la atmósfera, alcanza un 77% frente al 14% del Metano o el 1% de CFCs, estos gases de efecto invernadero y fundamentalmente el CO₂ ejercen un importante control térmico sobre la superficie terrestre, el CO₂ puede permanecer hasta 200 años en la atmósfera sin ser asimilado por mecanismos naturales, pero con el acelerado crecimiento de la población y el consumo energético se ha multiplicado hasta 80 veces, es por ello que las cantidades de CO₂ atmosférico actuales son muy superiores a las registradas en siglos pasados y los procesos naturales no son suficientes para contrarrestar ese exceso, a medida que el aumento del CO₂ está siendo 10 veces más rápido, el tomar medidas para la mitigación y control de estos gases son un tema que se debe tomar con seriedad, este incremento en las concentraciones globales de efecto invernadero y en particular del CO₂ provocado por el hombre está intensificando el efecto que la atmósfera ejerce sobre la superficie terrestre siendo este fenómeno el causante del calentamiento global observado en las últimas décadas, actualmente las emisiones de CO₂ actuales rondan los 36mil millones de toneladas al año. El 81% de la energía mundial proviene de la quema de energías fósiles como petróleo, carbón y gas, las nuevas tecnologías sostenibles junto con la tecnología nuclear solo cubren el 19% de la demanda energética. Por ello, numerosos organismos internacionales y la Unión Europea apuestan por la captura y almacenamiento geológico de CO₂ como una de las soluciones más inmediatas para la mitigación del cambio climático, esa solución tecnológica que representa la captura y el almacenamiento geológico, consiste en capturar el CO₂ emitido por las industrias y plantas de generación de energía, separar el CO₂ de otros gases y convertirlo a su estado crítico para poder ser manejable y conducirlo mediante tuberías similares a las del transporte de gas

natural o vía terrestre mediante camiones cisterna, comprimirlo e inyectarlo mediante un pozo de inyección al subsuelo a más de 800m donde a esa profundidad se encuentran las características necesarias para su captura, a esta profundidad el CO₂ se comporta como un líquido ocupando menor volumen. Es en esta parte donde se realiza un estudio de caracterización para la identificación de zonas propicias dentro del territorio nacional para el almacenamiento de CO₂ poniendo a México a la vanguardia frente a la problemática actual en cuanto al calentamiento global, el presente trabajo pretende realizar una metodología sustentable para la captura y almacenamiento geológico de CO₂, para así ser integrada como tal al proceso petrolero, ya que con ello se pretende cerrar un ciclo que comienza con la formación de carbón en el subsuelo, atracción y combustión mineral en las centrales térmicas para la generación de energía, capturando, transportando y almacenando nuevamente en el subsuelo el CO₂ emitido en dichas centrales térmicas.

GGA-3

ESTIMACIÓN DE LA INFILTRACIÓN CON TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA RESISTIVA EN UNA PARCELA AGRÍCOLA DE MEXICALI, B.C., MÉXICO

Xancal Acametitla Grisel¹, Reyes López Jaime Alonso¹, Oropeza Duran Agustín¹, Romero Hernández Socorro¹ y Solís Domínguez Fernando²
¹Instituto de Ingeniería, UABC
²Facultad de Ingeniería, UABC
 grisel.xancal@uabc.edu.mx

Los métodos geofísicos son de gran utilidad para la caracterización del subsuelo, ofrecen ventajas dependiendo de la técnica a emplear. La tomografía eléctrica es una de ellas, ya que presenta una imagen bidimensional donde se pueden observar distintos atributos del objeto de estudio. Por lo que en este trabajo se presentan las ventajas de la Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) para la estimación de la infiltración en una parcela agrícola en la Colonia Progreso del municipio de Mexicali. La infiltración además de ser clave en los ciclos hidrológicos, es un elemento necesario para realizar balances hídricos. Es fuente de captación y retención del agua por lo que el proceso de infiltración adquiere relevancia. Se han realizado distintos perfiles geoelectrónicos con TRE, con el fin de caracterizar la naturaleza y geometría de la zona de infiltración. Para esto se midió en un mismo perfil en diferentes lapsos de tiempo para tener un seguimiento de los cambios. La parcela agrícola seleccionada los riegos son por inundación y se realizan durante el periodo de diciembre-abril, esto es, el ciclo agrícola otoño-invierno, que considera un total de cinco riegos. Se tomaron datos utilizando dos aperturas de electrodos, el primero a 3 m y el segundo a 1 m, para un mayor detalle del área de estudio.

GGA-4

MONITOREO MAGNÉTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN SANTIAGO DE QUERÉTARO UTILIZANDO FICUS BENJAMINA COMO BIOACUMULADOR

Castañeda Miranda Ana Gabriela, Böhnel Harald, Pacheco Adolfo, Chaparro Marcos A. E. y Chaparro Mauro A. E.
 Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 agmiranda@geociencias.unam.mx

Existen varios estudios que demuestran una fuerte correlación de las propiedades magnéticas y concentraciones de partículas suspendidas totales (PST), acumulados en la vegetación al borde de caminos o carreteras (de co-ubicación de muestras de aire bombeado) sugieren que el monitoreo magnético, utilizando biomonitores como colectores pasivos de contaminación, puede ser una técnica robusta para cuantificar niveles de concentración de PST. Hasta aquí, sin embargo, la velocidad y la variabilidad temporal de la deposición de partículas magnéticas sobre hojas de árboles, de diferentes especies de árboles las cuales están sujetas al clima y la abundancia de la especie en el lugar, tiene que ser aún examinadas. Existen algunos datos para velocidad de deposición de partículas en seco sobre follaje en condiciones de laboratorio y túneles de viento (e.g. Caffrey et al., 1998; Parker and Kinnersley, 2004), así como para condiciones de campo (e.g. Petroff et al., 2008; Pryor et al., 2008). Sin embargo, el rango de valores de deposición publicados es amplio, reflejando ambos diferencias entre métodos de mediciones y la compleja dependencia de velocidades de deposición sobre variables posiblemente locales como lo son la densidad y el tamaño de partícula, el terreno, la vegetación, condiciones meteorológicas y especies químicas (e.g. Zhang et al., 2001). Mediciones bajo condiciones naturales son particularmente difíciles de obtener (Kinnersley et al., 1994). Muestras artificiales de colectores que se encuentran actualmente disponibles son incapaces de reproducir de una manera exacta los efectos de la morfología de la superficie de un bioreceptor real (Wesely and Hicks, 2000), y por lo tanto pueden proveer estimados de deposición poco reales. Aquí, se reporta un método de biomonitoreo magnético en el cual hemos hecho un estudio de la vegetación para determinar que especie es la adecuada para coleccionar partículas en Querétaro, dependiendo de su frecuencia y abundancia. Posteriormente, supliendo el término velocidad de deposición que involucra variables complejas de controlar, se ha medido el número de días necesario para coleccionar (NNDC) hojas de árbol, por medio de muestreo secuencial. Identificamos el periodo de tiempo requerido para la deposición de la partícula hasta alcanzar el equilibrio dinámico, y así el tiempo durante el cual el récord magnético de deposición de PST en la hoja es efectivamente integrado. Este periodo de

tiempo tiene importancia para la aplicación de biomonitorio magnético como una aproximación de concentraciones PST en el ambiente y protocolos de muestreo, ya que identifica el mínimo tiempo requerido de exposición de la hoja y/o el periodo de tiempo requerido para la re-equilibración después de una precipitación pluvial significativa, para que así las hojas provean una robusta aproximación en el ambiente de PST. El NNDC se realiza después de un evento de lluvia mayor a 3mm como lo sugiere Michelle et., al. (2010) para monitoreo de metales en el aire. Posterior al cálculo del NNDC se realizó el monitoreo magnético durante 5 meses de la calidad del aire en la zona metropolitana utilizando hojas de Ficus como colectores.

GGA-5

EL USO DE LAS ESPECIES PARMOTREMA PILOSUM, TILLANDSIA RECURVATA Y TILLANDSIA CAPILLARIS EN ESTUDIOS DE MONITOREOS MAGNÉTICOS DE CONTAMINANTES EN CIUDADES DE ARGENTINA Y MÉXICO

Chaparro Marcos A. E.¹, Marié Débora C.¹, Castañeda Miranda Ana G.², Wannaz Eduardo D.³, Gargiulo José D.¹, Chaparro Mauro A. E.⁴, Lavornia Juan M.⁵, Sinito Ana¹ y Böhnel Harald²

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

²Centro de Geociencias (CGEO-UNAM)

³Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET-UNC)

⁴Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNMDP)

⁵Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA, UNCPBA-CONICET)
chapator@exa.unicen.edu.ar

En esta contribución presentamos estudios de magnetismo ambiental realizados con una especie de líquen (*Parmotrema pilosum*) y dos especies de Bromelias (*Tillandsia capillaris* y *Tillandsia recurvata*) disponibles en ciudades de Argentina: Mar del Plata, Tandil y Córdoba; y de México: Santiago de Querétaro. Tanto los líquenes como las *Tillandsia* spp. reciben nutrientes y/o contaminantes directamente de la atmósfera a través de la deposición húmeda y seca de las partículas presentes en el aire. Además, la utilización de especies epífitas presenta la ventaja de que éstas carecen de raíz o tienen una raíz que sólo sirve para fijación, lo cual permite a estos organismos obtener todos los nutrientes de fuentes aéreas y no del sustrato. En las áreas de estudio se recolectaron individuos adultos de las dos epífitas, las cuales estaban sometidas a diferentes aportes de contaminantes (industriales y vehiculares). Una vez en el laboratorio, los ejemplares fueron acondicionados para estudiar las propiedades magnéticas, micromorfológicas (SEM-EDS) y elementales (ICP-MS) de los contaminantes acumulados. Las propiedades magnéticas se determinaron a partir de estudios de susceptibilidad magnética (?), histéresis magnética (Ms, Hc, ?hf), magnetización remanente anhística (MRA, ?MRA/?) e isotérmica (MRI, Hcr, S-300mT), así como estudios termomagnéticos (M[T]) realizados en los laboratorios del Centro de Geociencias (México) y del CIFICEN (Argentina). El análisis de distintos parámetros magnéticos reveló la presencia de minerales del tipo magnetita PSD (pseudomonio simple). Asimismo, los estudios termomagnéticos evidenciaron una fase adicional de alta coercitividad distintiva para los sitios industriales de Tandil, Córdoba y Santiago de Querétaro. En general, la distribución de tamaños de granos magnéticos varió entre 0,1 y 1 μ m, diferenciándose los sitios industriales con granos magnéticos relativamente más gruesos. Los resultados de parámetros dependientes de la concentración magnética mostraron importantes variaciones entre zonas de control o de baja contaminación y zonas críticas con mayor acumulación de contaminantes, por ej.: ? = 61-214 $\times 10^{-8}$ m³ kg⁻¹ en Mar del Plata (n = 32); ? = 14-500 $\times 10^{-8}$ m³ kg⁻¹ en Tandil (n = 209); ? = 38-222 $\times 10^{-8}$ m³ kg⁻¹ en Córdoba (n = 6); ? = 2-171 $\times 10^{-8}$ m³ kg⁻¹ en Santiago de Querétaro (n = 25). 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 entre variables magnéticas (por ej.: ?, MRA, ?MRA/?, Ms y ?hf) y concentración de metales. Nuestros estudios muestran la utilidad de estas especies vegetales como biomonitores de la contaminación y aportan técnicas alternativas (biomonitoreos magnéticos) para la evaluación e identificación de sitios críticos en forma rápida y económica. Esto proporciona una oportunidad para países o regiones que actualmente carecen de los medio necesarios para realizar análisis instrumentales de alto costo.

GGA-6

DISTRIBUCIÓN DEL ESFUERZO DE EXTENSIÓN EN LA INFRAESTRUCTURA URBANA DE LA CIUDAD DE ZACATECAS Y SU RELACIÓN CON LA MORFOLOGÍA EN LA GENERACIÓN DE ZONAS DE RIESGO

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús¹, Bluhm-Gutiérrez Jorge¹, Valle-Rodríguez Santiago¹, Pineda-Martínez Luis Felipe², Huerta-García Josefina³ y Núñez-Peña Ernesto Patricio¹

¹Universidad Autónoma de Zacatecas/ Unidad Académica de Ciencias de la Tierra

²Programa de Estudios e Intervención para el Desarrollo Alternativo/UAZ

³Unidad Académica de Ciencias Biológicas/UAZ
tescalona@hotmail.com

En este trabajo se presentan los primeros resultados de la medición del esfuerzo de extensión obtenido a partir de la medición sistemática de fracturas en paredes,

banquetas y calles de la ciudad de Zacatecas. El objetivo de este estudio es asociar el efecto de la forma original del territorio, actualmente modificado, en el desarrollo de fracturas en la infraestructura urbana y su potencial para generar peligro por colapso. El mapa base fue el topográfico del INEGI, escala 1:50000 con curvas de nivel cada 10 m. Es importante mencionar que al comparar la topografía digital de 2014 con la de 1971, no hay diferencias significativas entre ambas ediciones. En el programa ArcGIS se realizó la restitución de la red hidrológica y los modelos digitales de elevación y de pendientes. El trabajo de campo consistió en tomar puntos de control georeferenciados en cada sitio donde hay fracturas. Los parámetros medidos en las fracturas fueron: azimut, echado, densidad del fracturamiento, longitud máxima y separación máxima. En el cálculo de la densidad, se tomó como medida estándar el número de fracturas que hay en 7 m porque es el promedio de frente que tiene una vivienda. Con los resultados obtenidos hasta el momento se observa que el fracturamiento es más intenso hasta aproximadamente 60 m de los cauces de segundo y, en menor proporción, de tercer orden cuando la pendiente varía de 5° a 20°. La orientación preferente de los ejes de extensión varía de ENE-WSW a NNE-SSW, en este orden de abundancia; estas orientaciones coinciden con el descenso de la pendiente a lo largo de los arroyos. Además, en la mayor parte de las viviendas construidas sobre el cauce del arroyo y las que están en el parteaguas entre los cauces de segundo y tercer orden, los ejes de extensión forman estructuras con buzamientos opuestos cuya extensión es preferentemente E-W. Las estructuras medidas en su mayoría no representan un riesgo en la estabilidad de las viviendas y calles; sin embargo sí implica un costo la reparación y el mantenimiento. Se tiene la hipótesis de que el colapso de poco más de 15 viviendas antiguas en lo que va de 2015, en el centro histórico de Zacatecas, no sólo se deba a la precipitación, el abandono y la falta de mantenimiento, sino también a la presencia de fracturas y la ubicación de las viviendas respecto a la morfología original. Las viviendas colapsadas están en el área de influencia (60 m) del cauce de un arroyo.

GGA-7

LABORATORIO NACIONAL DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON ACELERADORES (LEMA)

Solís Rosales Corina¹, Aragon Javier², Chávez Lomeli Efraín¹, Ortiz y Salazar María Esther¹, Andrade Ibarra Eduardo¹, Huerta Arcadio¹, Rodríguez Ceja María¹ y Martínez Miguel Ángel¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Física, IFUNAM

²Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias, UNAM
corina@fisica.unam.mx

En este trabajo se describe el Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores LEMA, único en su tipo en México ubicado en el Instituto de Física de la UNAM, mostrando las componentes y el proceso de análisis para obtener resultados de ¹⁴C, ¹⁰Be, ²⁶Al, ¹²⁹I e isótopos de Pu, mostrando la capacidad de medir estos isótopos con estándares internacionales y superando las pruebas de validación requeridas para este laboratorio. Agradecimientos: Proyectos DGAPA IG100313, Conacyt 205317 y 261085

GGA-8

PROPUESTA DE GEOPARQUE EN EL CAÑÓN DE SANTA ELENA CHIHUAHUA, MÉXICO.

Tavizón José Bardo, Loya Domínguez Edwin,
Franco Rubio Miguel y Reyes Cortés Ignacio Alfonso
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
bardotavizon91@gmail.com

RESUMEN: En 1994, por iniciativa del Gobierno del Estado de Chihuahua, el gobierno federal decretó como Área de Protección de Flora y Fauna la región conocida como Cañón de Santa Elena (APFF), con una superficie de 277,209-72-12.5 hectáreas, localizadas en los municipios de Manuel Benavides y Ojinaga, Chihuahua. El Área de Protección de Flora y Fauna del Cañón de Santa Elena, junto con la Reserva de la Biosfera de Mapimí y el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas son las áreas representativas del desierto Chihuahuense. Esta ecoregión ha sido reconocida a nivel internacional por organismos como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), que la incluye entre las doscientas regiones consideradas a nivel mundial como prioritarias para la conservación. Esta zona alberga entre el 45 y 75% de especies de flora y fauna consideradas endémicas y únicas en el mundo. Se considera que incluye entre el 85 y 93 % de las especies de flora y fauna representativas del Desierto Chihuahuense respectivamente. (Cotera et al. 2004). La región presenta un basamento de calizas cretácicas, sobre el que se desarrolló actividad Volcánica durante el Terciario Medio. El yacimiento mineral más notable dentro del Área de Protección es el de San Carlos, clasificado como de mantos de oro-plata-plomo-zinc en calizas y dolomitas, cuyos reportes de producción de 1942 a 1952 mencionan una extracción de alrededor de 1.35 millones de toneladas de mineral. Se sabe que a profundidad existen rocas premesozoicas. En las áreas vecinas de Coahuila y Texas afloran rocas metamórficas paleozoicas, que por movimientos corticales formaron cinturones de rocas deformadas, que en la sierra del Carmen, Coahuila, y en el Big Bend, Texas, corresponden a lo más bajo de la sección geológica de las llamadas cuencas sedimentario-tectónicas de Marathon-Ouachita. Estudios más recientes en el área de Big Bend, Texas, proponen la existencia de antiguas fallas Neoproterozoicas que han sido reactivadas en la historia geológica de la región, y que influyeron en la tectónica y levantamiento

de los bloques tectónicos. Los estudios demuestran que el área de Big Bend en Texas, la cual es correlacionable con Santa Elena en Chihuahua, ha sufrido varias transgresiones y regresiones marinas. La iniciativa de la UNESCO para apoyar Geoparques responde a la fuerte necesidad expresada por numerosos países de que exista un marco internacional para la conservación y aumento de valor del patrimonio de la Tierra, sus paisajes y formaciones geológicas, que son claves para decifrar la historia de nuestro planeta. El Geoturismo promete ser una actividad alternativa de desarrollo económico, la cual tiene como meta principal el promover la ciencia y el estudio de áreas que exhiban interés geológico palpable, de esta manera se educa a la comunidad en la geoconservación y el uso de suelo que se puede dar a las bellezas naturales de las que los Chihuahuenses gozamos. Palabras clave: APFF (Área de Protección de Flora y Fauna), BBNP (Big Bend National Park), geoparque, Geoturismo, Marathon-Ouachita, Santa Elena.

GGA-9 CARTEL

ACTIVIDAD RADIOLÓGICA DEL ²²²Rn EN EL FENÓMENO GEOLÓGICO DENOMINADO CUEXCOMATE DE LA JUNTA AUXILIAR LA LIBERTAD, PUEBLA PUE.

De Jesús Cirilo Mirelly¹, Monarca Serrano José Antonio¹, Vázquez López Carlos², Zendejas Leal Blanca², Golzarri Moreno José Ignacio³ y Espinosa García Guillermo³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Departamento de Física del CINVESTAV-IPN

³Instituto de Física de la UNAM
mirelydj@gmail.com

El radón ²²² se genera de forma natural a partir de la descomposición de sus padres radiactivos, correspondientes a la cadena de decaimiento del uranio ²³⁸. El gas radón puede desplazarse en el aire, y en la corteza terrestre, y puede disolverse en depósitos de agua subterránea o superficial, en mayor o menor medida, dependiendo del tipo de suelo. Se produce más radón en zonas graníticas, ya que su contenido de uranio y torio es mayor que en otras rocas como las areniscas, carbonatadas o basálticas. El radón se desintegra en elementos sólidos radiactivos polonio-218 y polonio-214, entre otros. A medida que el radón y su progenie se desintegran, se liberan partículas alfa, una forma de radiación de alta energía (5.49, 6.00 y 7.69 MeV) que puede mutar el ADN de las células en el interior del cuerpo. Es la segunda causa de cáncer pulmonar, después del tabaquismo. El área de estudio de la Junta Auxiliar La Libertad, Puebla México es alimentada por el manantial de agua sulfurosa proveniente de la colonia Rancho Colorado. En este trabajo se ha medido la actividad radiológica del radón y su progenie por medio de la metodología de trazas nucleares usando polímeros del tipo CR-39, integrados en cámaras cilíndricas cerradas en la parte superior y abiertas por el extremo inferior. Estas cámaras fueron enterradas en el subsuelo por un tiempo aproximado de 8 días. Después de la exposición se procedió al revelado de las trazas nucleares (huellas de la radiación alfa) por medio de un ataque alcalino (KOH 6M, 60 °C durante 12 horas). El conteo de las trazas se realizó por medio de microscopía óptica con una cámara digital integrada. La actividad radiológica que dio origen a los resultados que se presentan en este trabajo está en proceso de ser calculada debido a que es necesario el uso complementario de una cámara de ionización que permita calibrar la instrumentación aquí utilizada.

GGA-10 CARTEL

CONSECUENCIAS AMBIENTALES POR ACTIVIDADES MINERAS DEL CINABRIO AL SUR DE LA SIERRA GORDA,

Hernández Silva Gilberto, Solís Valdez Sara, Martínez Trinidad Sergio y Solorio Munguía Gregorio
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
ghsilva@geociencias.unam.mx

La actividad minera del cinabrio que se ha llevado a cabo al sur de la Sierra Gorda de Querétaro desde épocas prehispánicas, ha liberado grandes cantidades de mercurio hacia la atmósfera, contaminando el paisaje de la región y afectando la salud de los mineros pasados y presentes. Durante el siglo anterior se intensificó el uso del mercurio, incrementándose el riesgo de exposición en la población, afectando al mismo tiempo, la calidad de los sistemas terrestres (agua, aire, biota y suelo). Por otro lado, los cambios de uso del suelo por esta actividad minera, así como la introducción de la agricultura en suelos de vocación forestal, han alterado algunas características del medio ambiente. Este trabajo muestra un amplio rango de mercurio total en diferentes matrices; por ejemplo, las concentraciones en terreros de minas hidrotermales del cinabrio alcanzaron rangos que van de 2.4 a 4164 mg/kg. En suelos agrícolas los contenidos varían de 0.5 a 314 mg/kg, señalando que, el 46 % de los suelos muestreados (de una población de 104 sitios muestreados), resultaron con concentraciones por arriba de la NOM-2004 (23 mg/kg). El mercurio en sedimentos presentó los valores mayores alrededor de los terreros, siendo el más alto de 687.0 mg/kg. Las concentraciones de mercurio en granos de maíz (0.04 a 0.9 mg/kg) fueron más altas que los valores máximos permitidos por la WHO (2000) que lo establece en 0.1 mg/kg y en 0.5 mg/kg para consumo humano o como alimento de animales respectivamente. Los cultivos de maíz cercanos a las minas de cinabrio presentaron las mayores concentraciones que las localizadas lejos de los terreros, en tanto que los granos de maíz no presentaron diferencias significativas. Los agregados del suelo y las partículas de los terreros arrastradas por el viento, son los mecanismos más importantes en la deposición atmosférica del

Hg en la zona de estudio; los niveles de concentración fueron de 22 a 153 ng/cm³. Los niveles de vapor de Hg en la atmósfera resultaron con altas variaciones, desde 5.3 a 415.8 µg/m³, tomando como punto de partida lo establecido por WHO (2000) de 1 µg/m³ y 0.3 µg/m³ por UNEP (2002). En agua de lluvia las concentraciones en San Joaquín variaron de 1.5 a 339 µg l⁻¹. En cambio, las muestras de agua analizadas en diferentes años y estaciones resultaron por debajo del límite permitido por la NOM-194. Los resultados anteriores mostraron ser muy inquietantes para la salud de las gentes de la región y para el medio ambiente, exhibiendo una exposición constante a la contaminación por mercurio proveniente especialmente de los terreros de minas de cinabrio expuestos al aire libre. Estos resultados constituyen un esfuerzo para promover una base de vigilancia permanente de la evolución y transporte de este contaminante tan tóxico y llevar a cabo medidas de restauración del medio ambiente y atenuar los riesgos al medio ambiente.

GGA-11 CARTEL

ORIGEN DEL GAS RADÓN EN DELICIAS CHIHUAHUA, MÉXICO

Hernández Hernández Daniel, Hinojosa de la Garza Octavio Raúl y Reyes Cortés Ignacio Alfonso
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
257001daniel@gmail.com

En el 2003 se realizó el estudio "Las concentraciones de radón en suelo y agua potable en el estado de Chihuahua, México" por Colmenero y Villalba (2010), donde se presentan 114 muestras de pozos de 9 acuíferos de 8 ciudades del estado, entre ellas Delicias. La temperatura y pH fueron medidas en campo, mientras que el radón fue medido por el método de los botes (DBCC). En Delicias la transmisibilidad fue de 12.0 (103 m²/s) con permeabilidad media a alta asociada a calizas y basaltos. El nivel freático se presentó a una profundidad de 63-90 metros, un pH que oscila entre 6.5 y 7 a temperaturas de 18 a 20°C con sólidos totales disueltos (TDS) de 300-2000(mg/l). La conclusión incluye que "Una gran parte del agua potable distribuida en el estado de Chihuahua tiene ²²²Rn concentraciones que exceden el MCL recomendados por la USEPA... Las concentraciones altas de radón pueden atribuirse totalmente a la abundancia de rocas uraníferas en acuíferos". En el 2004 continuó el estudio por los mismos autores sobre las "Concentraciones de Rn -²²² en el aire en las viviendas del estado de Chihuahua (México) y frontera EE.UU./México", midieron el gas radón en las viviendas de la frontera (ciudad Juárez), utilizando botes de difusión barrera de carbón (DBCC). Para la ciudad de delicias fueron 23 botes de carbón activado, con promedio de 92 bq /m³ y un máximo de 133 bq /m³. Colmenero y Villalba (2010) atribuyen el 49% al gas radón del total de la radiación recibida por la población. En el trabajo se pretende relacionar al gas radón como un factor de causa del cáncer de pulmón que en los últimos 15 años ha ido a la alza e incrementado la mortalidad en un 53.48% (hombres) y 34.37 (mujeres) en la ciudad de Delicias y que este gas tiene una relación estrecha con las riolitas. Las sierras aledañas de composición félsica, se caracterizan por tener un promedio de 4 ppm de U, pero en la Sierra Madre Occidental llega a tener concentraciones del orden 16 ppm y en algunos vitrificados de hasta 120 ppm. Se empató el mapa de google earth con la geología de la Ciudad de Delicias y con el mapa geomagnético (campo geomagnético total) y se obtuvieron resultados donde las sierras al occidente de la ciudad de Delicias, cerca de la Presa Las Virgenes tuvieron la intensidad más alta de 50 nanoteslas. Existe una afinidad entre el U y el Fe en zonas de oxidación, es decir; el U es atrapado en las zonas de oxidación. Los 3 mapas empatados (geológico-litológico, geomagnético y de uranio-radiación) son interpretados como probables puntos con presencia de U y por lo tanto de Rn. Las sierras occidentales se muestran áreas con concentración de U. Se pueden seguir patrones lineales asociado con la traza de las fallas. En conclusión el origen del gas radón proviene del uranio presente en las rocas félsicas de la región.

GGA-12 CARTEL

CARACTERIZACIÓN MAGNÉTICA Y GEOQUÍMICA DE DESECHOS MINEROS EN EL DISTRITO MINERO DE ANGANGUEO, MICH.

Hernández-Bernal María del Sol¹, García-Gómez Jorge Homero¹, Pérez-Izazaga Eva¹, Solís-Oseguera Lizbeth¹ y Morales Juan²

¹ENES, Unidad Morelia, UNAM.

²Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Michoacán, Campus Morelia, Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA),
msol_hernandez@enesmorelia.unam.mx

La susceptibilidad magnética es un parámetro que actualmente se utiliza en diversas áreas de la investigación ambiental como una herramienta alternativa de cuantificación de contaminación por metales pesados en zonas industriales y urbanas. Aunque la relación entre la susceptibilidad magnética y la concentración de elementos tóxicos en diversos entornos se ha señalado en varios estudios, los depósitos de residuos mineros (jales) apenas se han investigado por métodos magnéticos. Se presenta la relación entre la susceptibilidad magnética y elementos potencialmente tóxicos monitoreados en cuatro perfiles verticales y un levantamiento radial horizontal en una superficie de 2.7 ha del distrito minero de Angangueo, Mich., en la zona centro de México. Angangueo es una población desarrollada alrededor de la actividad minera en una región de vetas polimetálicas emplazadas en un cuerpo andesítico de edad Mioceno. La corriente de agua más importante de la localidad

es el Río Puerco, el cual corre en cierto tramo paralelo a las terrazas de los jales y recibe al mismo tiempo las aguas de desecho de la población. Se presentan, entre otros parámetros, datos de susceptibilidad magnética (k), susceptibilidad porcentual dependiente de la frecuencia y la identificación de los minerales portadores del magnetismo. Asimismo se presenta un análisis petrográfico de los jales y los contenidos de algunos EPT's de interés. Es notoria una correspondencia entre los valores de k, pH, la concentración de Fe y de Pb. El estudio de los desechos mineros adquiere gran relevancia ya que la concentración y distribución de los EPT's se ha relacionado a problemas de salud en las poblaciones establecidas en la vecindad de los depósitos. Se observa que los niveles más someros tienen mayor contenido de Pb, implicando mayor riesgo ya que son los niveles más expuestos y marca la posibilidad de que el elemento presente en los niveles inferiores haya sido movilizad. En este estudio se presentan resultados del contenido de Pb de algunas frutas que crecen en las cercanías de las terrazas, mostrando que a pesar de que las terrazas de Anganguero son estables desde el punto de vista geotécnico, la movilidad de los EPT's puede afectar a las especies vegetales cercanas. Este estudio ha sido financiado por el proyecto PAPIIT-UNAM-IA102413.

GGA-13 CARTEL

RECUPERACION DE COBRE DE RESIDUOS MINEROS SULFURO OBTENIDOS POR BIOLIXIVIACION EN UN REACTOR BIOLÓGICO DE COLUMNA SEGMENTADA

Benitez Ramos Patricia Isabel
Instituto Politécnico Nacional, IPN
ibqisa@gmail.com

RESUMEN En el presente trabajo se describe el estudio experimental de la biolixiviación de cobre de un residuo mineral sulfuro proveniente del distrito minero Peñoles, utilizando un reactor biológico de columna seccionada (RBCS) y consorcio microbiano que promueve la lixiviación, así como la posterior recuperación del cobre biolixiviado empleando una técnica electroquímica a escala laboratorio (0.075 m de diámetro interno x 0.49 m de longitud) que operó en co-corriente descendente de las fases gas y líquida (medio de cultivo). Para realizar la lixiviación con fases de flujo a co-corriente del reactor biológico de columna junto con el estudio de la caracterización, permitieron encontrar las condiciones de operación; el pH del medio de cultivo se mantuvo en un valor de 1.5 durante 85 días de operación. La biolixiviación del cobre a partir de residuos mineros de sulfuro por acción microbiana, se realizó en un tiempo menor en el RBC respecto a los reportados en los depósitos de cama para lixiviación. En el licor lixiviado obtenido se encuentra el 91.34% de tasa de lixiviación. El Cu²⁺ presente en el licor biolixiviado se recuperó en forma metálica utilizando la técnica electroquímica de cilindro rotatorio (RCE) (3.5x10⁻⁴ m³ decapacidad), la tasa de recuperación del cobre por vía electroquímica fue del 93%. Palabras Clave: Reactor Biológico De Columna (RBC), Hidrodinámico, Biolixiviación, Recuperación De Cobre, electroquímica.

GGA-14 CARTEL

EL RÍO GRANDE DE SANTIAGO: 4.8 MA DE HISTORIA

Rosas-Elguera Jose¹, Maciel Roberto², Peña Laura²,
Fregoso Emilia³ y Alatorre Zamora Miguel Angel³
¹Universidad de Guadalajara, CUVALLES, UdG
²Universidad de Guadalajara, CUCBA
³Universidad de Guadalajara, CUCEI
jrosaselguera@gmail.com

El Río Grande de Santiago (RGS) se localiza al oriente de la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), tiene un desnivel topográfico de 600 m y nace en el lago de Chapala. A la altura de la ZMG columna estratigráfica en el RGS está representada por una sucesión de basaltos del Mioceno tardío sobre los que descansan rocas riolíticas (domos y tobas) del Plioceno con intercalaciones de basaltos. En esta secuencia volcánica hay dos unidades que por sus características y distribución son buenos horizontes marcadores. La ignimbrita Guadalajara (IG) de 3.5 Ma (con la que se construyó prácticamente el centro histórico de la ZMG) y la ignimbrita San Gaspar (ISG) de 4.8 Ma. Presentamos los resultados de la cartografía detallada de la ISG que permitió identificarla a ambos lados del RGS, lo que no ocurre con la IG. Particularmente en su margen derecha, aguas abajo, el RGS evidencia colapsos importantes que pudieran estar asociados a la actividad sísmica en este segmento del RGS. La profundidad del RGS y la edad de la ISG sugieren una tasa de excavación del cauce de 0.125 mm/año lo que permite contemplar 4.8 Ma de historia.

GGA-15 CARTEL

RIESGO DE EROSIÓN NATURAL EN BAJA CALIFORNIA SUR

Sámamo Tirado Alma Patricia¹, Buitrón Sánchez Blanca Estela² y Acosta Graciano David¹

¹Universidad de Sonora, UNISON
²Universidad Nacional Autónoma de México
samamo@geologia.uson.mx

En el área, el proceso de erosión natural o hídrica se ve acelerado por el mal manejo de los recursos naturales, como son, el suelo y la tala inmoderada de la vegetación, para mitigar el riesgo, es necesario implementar programas para controlar este fenómeno y a su vez mitigar la erosión, ocasionada por la escasez de vegetación y la topografía de la parte noreste y sur del área de estudio, que facilitan el escurrimiento y como consecuencia el desprendimiento de partículas del suelo, su transporte y el depósito en zonas topográficamente bajas. El cálculo de erosión natural se hizo con la fórmula de "Ecuación Universal de Pérdida de Suelos" revisada RUSLE, con esta, se evaluaron las tasas de erosión hídrica y su relación con la geología, rasgos geomorfológicos, edafología y patrones estructurales. Todo esto incorporado en un SIG utilizando el Modelo Digital de Elevación como dato básico para los cálculos. Este análisis permitió conocer el control que ejercen la vegetación, el suelo y la geomorfología del área. En este tipo de erosión los factores más importantes son; la longitud y grado de pendiente (LS), la cobertura vegetal y/o manejo de cultivo (C) y las prácticas de conservación del suelo (P). Las zonas con peligro de erosión muy alta, se presentan en laderas con pendientes mayores de 35°, alta en pendientes menores de 35°, ambas en laderas de sierras y montañas. El peligro moderado lo presentan zonas con inclinaciones entre 15°-5° y el peligro de erosión bajo lo presentan pendientes menores de 5° en lomeríos y planicies asociadas a suelos regosoles. En la zona de San Juan de Los Planes y Todos Santos-El Carrizal se presentan procesos de erosión bajos, mientras que en las Sierras La Palmillosa, La Giganta y al sur de la ciudad de La Paz se presentan los valores de erosión más altos. Podemos concluir del análisis de riesgo de erosión del área, que el 91% es bajo a muy bajo, con una erosión de 0-2 ton/ha/año. El 4.5% del área es riesgo medio, se presenta; en La Paz, Chametla, El Centenario, La Ventana y Todos Santos con una tasa de erosión de 2-4 ton/ha/año, el riesgo alto a muy alto representa el 4.5%, con valores de 4-8 ton/ha/año en las zonas topográficas más altas

GGA-16 CARTEL

ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE MAGNÉTICO DE LA CONTAMINACIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSA

Chaparro Mauro A. E.¹, Chaparro Marcos A. E.², Marié Débora C.², Castañeda Miranda Ana G.³, Sinito Ana³ y Böhnell Harald³

¹Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA)
²Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA)
³Centro de Geociencias (CGEO-UNAM)
mchaparro@mdp.edu.ar

Desde la década del 90 se han planteado el uso de biomonitores – hojas de árbol, núcleos de anillos de árboles y epifitas- y sus propiedades magnéticas para la realización de estudios sobre la contaminación del aire. Estos colectores naturales tienen la capacidad de absorber agua, nutrientes y polvos del aire. En nuestros estudios previamente realizados (por ej.: Chaparro et al., Environmental Pollution 172 (2013) 61-69; Ecological Indicators 54 (2015) 238-245) hemos determinado que la relación entre parámetros magnéticos y el índice de contaminación PLI se presenta de manera multivariada. En general, en estos estudios encontramos que el incremento en los valores de los elementos químicos (valores más altos de PLI) se relaciona con valores altos en la concentración de material magnético (valores más altos de X y SIRM), tamaño de grano magnético grueso (valores más bajos de k_{ARM}/k) y portadores con características ferrimagnéticas (valores más bajos de Hcr). De manera inversa, para las muestras con valores bajos de PLI (sitios poco o no contaminados) se observa baja concentración, tamaño de grano fino y portadores con minerales de más alta coercitividad. En esta contribución presentamos la construcción de un índice magnético de la contaminación (IMC) para estudios realizados con biomonitores, basándonos en la relación observada entre distintos parámetros magnéticos y el PLI. El objetivo de la construcción de este índice, además de evitar realizar determinaciones químicas de las muestras, consiste en: "Resumir la información para comprender más fácilmente en qué situación se encuentra el sitio de interés, basado exclusivamente en parámetros magnéticos". El IMC se construye usando un sistema de inferencia difusa (FIS) del tipo Mamdani que utiliza como variables de entrada X, SIRM, k_{ARM}/k y Hcr. Las funciones de membresía del FIS se construyen a partir de la estandarización de los datos con el objetivo independizarnos de los valores y que el índice sea aplicable en otros conjuntos de datos. Debe tenerse en cuenta que, en forma similar al PLI, el IMC propuesto se calcula utilizando los valores de base para cada caso de estudio. Los valores de salida del IMC están comprendidos entre 0 (No contaminado) y 10 (Contaminado). En este trabajo analizamos un conjunto de datos (n=180) de la ciudad de Tandil (Argentina) y de Santiago de Querétaro (México) (n=25). En cada caso se calculó el ICM correspondiente utilizando datos magnéticos determinados en los laboratorios del Centro de Geociencias (México) y del CIFICEN (Argentina).

En ambos casos, los valores mayores de IMC se obtuvieron en muestras cercanas a zonas industriales, y por el contrario, los IMC más bajos en zonas alejadas de avenidas o carreteras (caso Santiago de Querétaro). Valores intermedios de IMC se identificaron en el caso de Querétaro en zonas con alta densidad de tránsito vehicular. En Tandil, se registró esta misma característica en las zonas de avenidas. Los resultados hallados en este estudio proponen la utilización de un nuevo índice IMC que permite realizar monitoreos en forma económica mediante propiedades magnéticas.

GGA-17 CARTEL

AEROGENERADOR INVERTIDO EN CONTRAPOZO DE MINA

Avilés Manuel¹ y Landeros Paulos²

¹Universidad de Guanajuato, UG

²Universidad de Guanajuato
manuelavilesjasso@hotmail.com

Este proyecto está dirigido para funcionar con el aire caliente desplazado del fondo de una mina a través del contrapozo de la misma. El aire se desplaza gracias al calentamiento del calor interno terrestre (energía geotérmica), debido a que hay minas que se encuentran a una profundidad donde su gradiente térmico calienta el aire a más de 40° C. Este calentamiento hace que el aire tenga que elevarse al disminuir su densidad escapándose por el contrapozo de ventilación, donde se puede aprovechar el flujo de convección del aire mediante aerogenerador invertido. La aplicación del aerogenerador va a ser en un punto vertical del contrapozo aprovechando el diámetro reducido donde se aumenta la velocidad del aire. El aerogenerador consiste en un sistema típico del diseño para aprovechar los vientos aunque este se encontrara invertido dando su cara al fondo del contrapozo, además de que sus aspas tendrán un diseño más ancho y cónico en forma de caracol para aprovechar el flujo de aire y no la velocidad del viento (movimiento de aire en la atmosfera). Este diseño se toma a partir de un sistema de captación de flujos de aire llamado torre solar, donde esta infraestructura utiliza la radiación solar como principal fuente de energía para calentar el aire encerrado en un área baja de la torre, después el aire empieza a elevarse por el aumento de su temperatura (disminución de su densidad), creando un flujo de aire capaz de mover un aerogenerador. Aunque en la mina se toma como principal fuente energía el calor interno terrestre que calentara el aire del interior de la mina y será concentrado en una infraestructura ya construida siendo el contrapozo el cual funge como la torre para obtener gran caudal del flujo del aire. Además de tener un flujo de aire constante durante todo el año.