

GGA-01

GEOLOGIA DE LOS ALREDEDORES DE PUERTO VALLARTA , JALISCO, APLICADA A EVALUACION DE RIESGO GEOLOGICO

Manuel Aragón Arreola¹ y Francisco Núñez Cornú²

¹ División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C. México

E-mail: maragon@cicese.mx

² SisVOC, Universidad de Guadalajara

Puerto Vallarta (PV) es un importante polo de desarrollo turístico. El aumento en la oferta de servicios ha provocado un rápido crecimiento de la ciudad. Promovido por las autoridades de Protección Civil del Estado, se ha iniciado la elaboración de un Atlas de Riesgos Naturales que constituirá la base de un plan de crecimiento urbano. Alrededor de PV afloran rocas cristalinas, sedimentarias y volcánicas de edades variadas:

Al sur y este de PV afloran granitos de dimensiones batolíticas que constituyen el basamento cristalino. Presentan diversas facies: granitos de biotita, de hornblenda-biotita y de muscovita. El batolito está fracturado en por lo menos 3 direcciones, la medición de fracturamiento en varias localidades no arroja tendencias coherentes. Se documentan facies pegmatíticas. Se diferencian cuerpos intrusivos discretos que sugieren el emplazamiento en forma de pulsos.

Al este y noreste de PV, aflora una secuencia vulcanosedimentaria constituida por grauvacas de granulometría variada, aglomerados volcánicos, andesitas y tobas. La secuencia varía verticalmente: hacia la base dominan los sedimentos, hacia la cima, el componente volcánico y aglomerático. La secuencia está basculada hacia el norte, cortada por fallas normales y localmente plegada. La secuencia está intrusionada por diques de composición andesítica y diques de composición granítica cercanos a los contactos con el batolito.

Al norte de PV, hacia El Pitillal e Ixtapa, afloran secuencias terrígenas formadas por conglomerados y arenas. Se distinguen dos unidades, la inferior está basculada, los conglomerados son angulosos y las arenas son generalmente gruesas, el color de la matriz es rojizo y verdoso. La unidad se extiende a localidades al sur de PV, como Los Arcos. La unidad superior yace casi horizontal, los clastos son redondeados, las arenas varían de medianas a gruesas con algunos horizontes limosos; se desarrollan estructuras de canal, estratificación cruzada de bajo ángulo, gradación normal y fallas de crecimiento. Se observa fallamiento normal con salto superior a 8 m. El afloramiento de estas unidades está confinado entre el pie de la sierra y una línea subparalela a la costa que define dos eventos de terrazas marina. Estas unidades clásticas están cortadas por un patrón de drenaje rectangular, al parecer asociado con fallamiento.

Al sur de PV, inmediato a la costa afloran rocas volcánicas extrusivas de color oscuro y edad desconocida, al parecer más jóvenes que los conglomerados, muy deleznable, con alto contenido de vesículas, probablemente extruidas como derrames AA. Al norte de PV se localiza el sistema fluvial del Río Ameca, con una llanura de inundación de ~ 8 km de ancho. Cerca de la desembocadura el cauce ha variado su ubicación en más de 3 km.

En los granitos se observan deslizamientos pequeños, principalmente volcamiento de bloques que pueden llegar a bloquear vías terrestres. En la unidad vulcanosedimentaria se observaron deslizamientos de varias magnitudes, desde flujos de lodo y flujos de detritos hasta un deslizamiento rotacional antiguo, y grande, localizado en la vertiente del Río Cuale. Los deslizamientos pequeños pueden causar daños a extensiones reducidas (< 1 Ha), en tanto los deslizamientos rotacionales pueden provocar represamiento, los flujos de lodos asociados podrían representar una amenaza seria para la ciudad.

El fallamiento normal en sedimentos no consolidados refuerza la hipótesis de una zona tectónicamente activa, es de esperarse que la actividad sísmica sea importante. Los cambios drásticos en el nivel del mar, marcados por la formación de sistemas de terrazas pueden estar asociados a cambios bruscos en la actividad tectónica.

Las rocas volcánicas al sur de PV no están bien comprendidas, pero de ser tan jóvenes, como su posición estratigráfica sugiere, será importante responder la pregunta de a qué tipo de actividad estuvieron asociadas y si los centros de actividad hidrotermal reportados en la bahía pueden asociarse a actividad volcánica.

La zona de desembocadura del Río Ameca (Las Juntas e Ixtapa) es muy dinámica, el desarrollo urbano tiende a utilizar estos terrenos planos, inundables, sin el desarrollo de suficientes obras civiles de defensa. Además de esta área se presentan también problemas de inundación en las zonas bajas cercanas a la marina (Río Pitillal).

GGA-02

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE PUERTO VALLARTA

F. Núñez-Cornú, C. Suárez Plascencia, M. Aragón, M. Rutz, M. Morandi, J. García-Puga y M. González-Ledesma
SisVOC, Universidad de Guadalajara

Por ley todos los municipios de Jalisco deben tener un Atlas de Riesgos Naturales, sin embargo a la fecha no existe una normativa de las características y contenidos de dichos Atlas. La Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco estableció un convenio a tres años con el Centro de Sismología y Volcanología de la Universidad de Guadalajara para desarrollar la base de lo que será el Atlas de Riesgos Naturales de Puerto Vallarta. Para realizar este trabajo se empezó por recopilar toda la información disponible de meteorología, sismicidad, reportes de daños y desastres históricos, etc. Se han identificado tres como los fenómenos más peligrosos en la región: inundaciones (el más frecuente), deslizamientos de tierras y sismos (el de más alto riesgo). Este convenio contempla también los estudios de vulnerabilidad en la zona urbana de Puerto Vallarta. Las inundaciones más frecuentes son las del tipo Inundación Repentina, este problema es en gran medida generado y agravado por la obstrucción y bloqueo de los arroyos o drenaje natural, en el crecimiento desordenado y anárquico la zona urbana de Puerto Vallarta en el área del Pitillal, Las Juntas y la zona oriente de la ciudad en la zona de la Montaña. Las Inundaciones Lentas por lo general se producen cuando la trayectoria de un huracán de categoría superior a dos(2) cruza Bahía de Banderas o las cuencas que desembocan en esta región. Aunque en promedio cada dos años la trayectoria de un ciclón tropical cruza por esta región, la última importante fue la ocasionada por el Huracán Virgil en 1992. Un análisis preliminar confirma que esto sucede aproximadamente cada

20 años lo cual, como era de esperarse, coincide con la media mundial. Para identificar las zonas de inundación y escurrimientos de aguas así como las zonas más propicias a deslizamientos de tierra se generaron modelos de elevación de terreno utilizando diferentes técnicas y características. La región de Bahía Banderas forma parte de una Zona de Alto Potencial Sísmico (también conocido como Gap Sísmico) donde se espera que en el corto tiempo ocurra un terremoto generado por la subducción de la placa de Rivera bajo la placa de Norteamérica (Bloque de Jalisco) con una magnitud superior a 7.8 en la escala de Richter. Por otra parte, contrariamente a las hipótesis que se tenían para esta región, la sismicidad en la zona de Bahía Banderas es alta, aunque el nivel de magnitud es menor otras partes de la costa Sur de México. En los cortos períodos de observación microsísmica que se han realizado se registraron por medio de algoritmos de disparo una media de 80 eventos sísmicos a la semana localizados en el área de la Bahía. A partir del estudio geomorfológico se infirieron numerosos lineamientos estructurales, la correlación de estos con los patrones epicentrales sugiere que algunos de estos lineamientos son fallas sísmicamente activas.

GGA-03

CUANTIFICACIÓN DE FENÓMENOS NATURALES CATASTRÓFICOS A PARTIR DE FUNCIONES DE PROBABILIDAD UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. CASOS DE ESTUDIO: DESLIZAMIENTOS EN TIJUANA Y ENSENADA

Manuel Aragón Arreola y Alejandro Hinojosa Corona
 Depto. Geología, CICESE
 Km 107 Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C. México
 E-mail: maragon@cicese.mx

La caracterización de fenómenos naturales castróficos (FNC) que amenazan la integridad de bienes materiales y vidas humanas ha sido ampliamente abordada en las últimas décadas; se han desarrollado una terminología y diversas metodologías para su caracterización, sin embargo la cuantificación ya sea del peligro o del riesgo por FNC es un tema aún en desarrollo.

En este trabajo proponemos un método para formular estimaciones cuantitativas probabilísticas a partir de modelos conceptuales (cualitativos) de peligro y riesgo geológico, se hace énfasis en la comparación entre ambos para validar la metodología usando dos casos de estudio.

Cada FNC es efecto de una serie de procesos, cuya definición es parte del problema físico. Por ejemplo, los deslizamientos de ladera son producto de la interacción de variables geológicas (litología, contactos, fallamiento, fracturamiento...), geomorfológicas (pendiente, densidad de disección, forma del relieve...), hidrológicas (precipitación, aguas subterráneas, presión de poro...), sociales (tipo de construcción, densidad de construcción, alteración del relieve...), etc.

El método se basa en definir los FNC como una variable aleatoria, esto es, que sólo puede predecirse probabilísticamente. La función de probabilidad (fdp) que describe un FNC es una función multivariada, que puede expresarse como:

$$FNC = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \varepsilon)$$

donde $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ son cada uno de los procesos causales y ε es la componente de error que representa aquello que no puede ser entendido ni medido. Con base en el concepto del método clásico de separación de variables, podemos descomponer la fdp de tal manera que:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \varepsilon) = f(X_1)f(X_2)f(X_3)\dots f(X_n)+\varepsilon$$

donde $f(X_1)f(X_2)f(X_3)\dots f(X_n)$ son funciones de probabilidad que describen cada uno de los procesos causales. ε representa nuevamente la componente de error.

La implementación de esta metodología requiere que todas las funciones puedan ser expresadas analíticamente, o bien, ser manejadas en forma discreta. En ambos casos pueden introducirse factores de pesos para cada función. Cada una de las variables está referida a un marco geográfico, que permite su manejo mediante un sistema de información geográfica. En la práctica, variables como pendiente, fallamiento, fracturamiento, contactos (y las zonas de influencia de los tres últimos, *i.e.* amortiguamiento), pueden ser descritas en forma analítica con buena aproximación.

Se presentan análisis cuantitativos de peligro por deslizamientos de ladera en las zonas urbana y conurbada de Tijuana y Ensenada. El álgebra de mapas se realizó utilizando GRASS. Los fenómenos que se consideraron causales fueron fallamiento, fracturamiento, litología, contactos litológicos inestables y pendiente del terreno. Los resultados, presentados en forma de mapas, muestran superficies suaves que representan probabilidad de ocurrencia, y que tienen una excelente correlación con áreas que han sido afectadas por deslizamientos de ladera. En el caso de Tijuana la validación se basa en la fotointerpretación detallada de accidentes de ladera.

Los resultados son probabilísticos, están limitados por el conocimiento del problema y la calidad de la información. La integración de variables como períodos dominantes del terreno, nivel freático, tipo de suelo, etc., mejoran la calidad de la estimación.

GGA-04

MEDIDAS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA, ANTE CIERTOS DESASTRES NATURALES

Saúl Peña Coronado y Alejandra Montijo Gonzalez
 Depto. de Geología, Universidad de Sonora

La vulnerabilidad que presenta la ciudad de Hermosillo, Sonora, ante los embates de ciertos desastres naturales (inundaciones repentinas, sismos, flujos de lodos, etc.) es alta. Las inundaciones repentinas en Hermosillo se generan principalmente por que los causes naturales de los arroyos que son interrumpidos arbitrariamente por asentamientos humanos, el drenaje pluvial cuando existe se encuentra en su mayoría tapado, la capacidad de conducción de agua de los canales que cruzan por la ciudad ya fue sobrepasada y la mayoría se encuentran sucios, la mala planeación urbana, etc. A fin de reducir la vulnerabilidad de la ciudad ante las inundaciones se proponen una serie de medidas descritas a continuación: crear un desarrollo urbano responsable y multidisciplinario que tome en cuenta los peligros y riesgos naturales, lograr fomentar una cultura de prevención y en su caso mitigación de los efectos producidos por las inundaciones.

La falta de estudios y equipos especializados, la construcción de edificios en zonas irregulares y el desconocimiento o poca información que tiene la sociedad de la ocurrencia de sismos en esta ciudad la hace especialmente vulnerable por lo que se proponen las siguientes medidas para reducir la vulnerabilidad sísmica; colocar una red de acelerógrafos a fin de elaborar un mapa de aceleraciones de suelo, colocar una red de sismógrafos para detectar y analizar pequeños movimientos sísmicos que generalmente no son percibidos por el hombre, analizar estructuralmente los principales edificios a fin de conocer el valor de su periodo fundamental (Pf) y compararlo con el valor de (Pf) del suelo, revisión del código de construcción que prevalece en la ciudad y en su caso implementar ciertos criterios de construcciones antisísmicas, elaborar mapas de peligros y riesgos sísmicos, elaborar una micro zonificación sísmica, entre otras más.

Las condiciones litológicas que imperan en la ciudad no son las ideales para que ocurran eventos potenciales de flujos de lodos (catastróficos) sin embargo, existen flujos (arenas y arcillas) en una menor proporción que afectan a la comunidad y el problema se agrava por la falta de pavimento en las direcciones principales del flujo, la colocación de bardas y casas que obstruyen el paso de los mismos, el desconocimiento de cómo combatir a este fenómeno y la minimización del problema ha hecho que la vulnerabilidad de la ciudad ante este evento sea alta. Las medidas a tomar con el objetivo de reducir esa vulnerabilidad son muy sencillas; identificar a detalle las principales zonas de flujo masivo de lodos y pavimentarlas, cuantificar el volumen de arenas y arcillas existentes en los taludes, respetar y dar mantenimiento a los causes naturales y colocar áreas de retención de lodos antes de que estos lleguen a la zona urbana.

GGA-05

EVALUACION DE RIESGO POR INUNDACIONES Y ACARREOS DE MATERIAL SEDIMENTARIO EN LA CIUDAD DE LA PAZ, BCS, PROPUESTA DE INVESTIGACION APLICADA

Martínez Noriega César, Alvarez Arellano Alejandro, Gaitán Morán Javier y Rojas Soriano Humberto
Depto. de Geología, UABCS

La Ciudad de La Paz se encuentra asentada sobre un abanico aluvial activo formado durante el Cuaternario por los materiales sedimentarios acarreados por el arroyo El Cajoncito. Este depósito está constituido por arenas y gravas no consolidadas de fácil arrastre en volúmenes variables regidos por la magnitud de las precipitaciones principalmente asociadas a tormentas tropicales y huracanes que afectan la región durante los meses de julio a octubre.

Al oriente de La Paz se encuentra muy cercana la Sierra Las Cruces, la cual es fuente de aporte de los sedimentos que conforman el abanico. La distancia que existe entre la ciudad y la parte más elevada de la sierra, donde se origina el arroyo El Cajoncito es de 8 km y la altura de esta cabecera es de 1200 m lo cual refleja la magnitud del riesgo que representa la ubicación de este centro de población.

El centro urbano tiene una pendiente natural pronunciada de aproximadamente 4 grados, característica de las partes distales de abanicos. Otra peculiaridad de esta porción del abanico es la disección por los arroyos que se distribuyen formando una red

densa e irregular cuya estructura está gobernada por microcuencas que cubren la ciudad.

Con el fin de proteger a la ciudad de los escurrimientos pluviales y del transporte de sedimentos se construyeron obras hidráulicas aguas arriba del arroyo mencionado como son bordos de encauzamiento y una presa en la parte alta de la cuenca. Sin embargo la superficie que ocupa la ciudad es suficientemente grande como para captar volúmenes de agua que provocan inundaciones, erosión y transporte de sedimentos que trastocan la actividad social y económica, representando un riesgo actual y potencial para la infraestructura urbana y eventualmente para la seguridad y la salud de la población.

El proyecto analizará en detalle las características físicas de los escurrimientos, la infraestructura afectable y desarrollará un mapa de riesgo que sirva de herramienta para planificar y ordenar el territorio así como para agilizar la respuesta y el restablecimiento de las afectaciones. Se sugerirán también las medidas de mitigación de los efectos destructivos de las avenidas para mejorar la calidad de vida de la comunidad asentada en esta ciudad.

GGA-06

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE ZACATALAN, PUEBLA

Jorge Jaime Mengelle López
Depto. de Vinculación, ESIA, Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra

E-mail: se_vinculación@hotmail.com

El municipio de Zacatlán, se localiza en la parte centro-norte del estado de Puebla, caracterizándose por tener un clima húmedo, relieve muy accidentado y con predominio de rocas sedimentarias cretácicas, suprayacidas por rocas volcánicas.

Se han clasificado en tres grados las zonas de riesgo, como alto, medio y bajo; basadas primordialmente en la interpretación de una imagen de satélite con combinación de bandas 2, 4 y 7. Los criterios de evaluación están basados en la combinación de los factores de pendiente del terreno, erosión y tipos litológicos.

Aunque la pendiente no puede medirse el relieve puede ser caracterizado de abrupto a suave, mientras que la erosión puede ser natural y humana originada por la tala asociada al cultivo; y los tipos litológicos arrojan rocas sedimentarias arcillosas. Las zonas clasificadas como de alto grado riesgo se caracterizan por presentar el relieve abrupto, de moderado a alto grado de erosión, aunados a la presencia de rocas sedimentarias arcillosas y tobas principalmente muy intemperizadas.

En la siguiente etapa que consistió en verificar las zonas de alto riesgo se observó que las rocas sedimentarias consisten en calizas e intercalaciones de calizas con lutitas y lutitas con fuertes plegamientos dando como resultado fuertes echados de los estratos que en la mayoría de los casos son prácticamente paralelos a la pendiente del terreno. Las rocas volcánicas están representadas por basaltos fracturados así como tobas bien soldadas y otras muy deleznable, todas ellas con contactos muy intemperizados.

Con relación a la erosión se identificó que existen diversas zonas de cultivos con extensiones que van de los 50m hasta 1000 m, además de que los valores de pendiente del terreno exceden los

30°. De lo anterior se deduce que los diversos deslizamientos ocurridos en 1999 en dicho municipio se desarrollaron fundamentalmente sobre planos de estratificación entre lutitas y calizas y en las mismas lutitas, mientras que en los tobos se originaron en fracturas, en las más soldadas o consolidadas propagándose hacia las que son más deleznable.

Todos estos factores tienen en común un relieve muy accidentado, siendo el agente acelerador la coincidencia de un gran porcentaje de humedad en la atmósfera y un sismo registrado en ese mismo año, antes de los deslizamientos.

GGA-07

LOS DESLIZAMIENTOS EN MASA EN ÁREAS URBANAS: EL CASO DE OCOLUSEN EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICH., MÉXICO

Arreygue-Rocha E., Hernández-Madrugal V.M., Garduño-Monroy V.H., Mora-Vences F. y Domínguez-Ortiz F.
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, U.M.S.N.H.

La Ciudad de Morelia se localiza en una zona donde se han reconocido varios tipos de peligros geológicos (inundaciones, inestabilidad de taludes, falla-creep-subsistencia, etc). Su mancha urbana ha ido invadiendo zonas de riesgos que hasta 1970 habían sido consideradas como reservas naturales.

En los últimos diez años las construcciones han llegado a la base del escarpe de la falla denominada La Paloma, ubicado al sur de la ciudad, caracterizado por un fuerte grado de inestabilidad. El escarpe La Paloma constituye uno de los principales elementos geomorfológicos de la ciudad, extendiéndose en dirección E-W. Su altura máxima es de aproximadamente 200 m, pero su desnivel efectivo va más allá de los 250 m.

La expansión, no planificada de la ciudad, ha ocasionado que áreas caracterizadas por un alto grado de peligrosidad geomorfológica (por ejemplo, amplias áreas de taludes inestables) fueran objeto de urbanización.

Desde un punto de vista estructural el talud representa el flanco sur de un semigraben que se asienta en correspondencia a la falla normal del sistema Morelia-Acambay. La tipología de los movimientos presentes es variada y está ligada a las características litológicas de los materiales, también las dimensiones de los fenómenos resultan extremadamente variables.

Fenómenos de deslizamiento rototraslacionales han sido reconocidos en diferentes puntos del escarpe. Movimientos de derrumbe y volcamiento afectan los materiales "consolidados" que se observan a lo largo del acantilado. Estos movimientos están asociados a la presencia de varios bloques, con volúmenes de diversos metros cúbicos, que por ahora se han detenido a la mitad del talud y que son susceptibles de nuevos movimientos, tales bloques, vista la ausencia de obstáculos morfológicos en su trayectoria, pueden llegar al centro habitado localizado en la parte inferior del escarpe.

En la base del deslizamiento de Ocolusen se ubican dos Escuelas Secundarias, una de ellas tiene doble turno escolar, además al Este se localiza el Fraccionamiento del Fira, por lo cual consideramos que es una zona de riesgo.

Para el movimiento de Ocolusen se decidió hacer estudios de Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Sondeos Eléctricos y analizar la climatología de la zona. El objetivo es conocer las características mecánicas de los materiales involucrados en dicho movimiento, así mismo poder determinar la profundidad del material consolidado y de esta forma conocer la geometría de los cuerpos inestables y calcular el Factor de Seguridad. Estos elementos son útiles para hacer propuestas sobre el comportamiento futuro de estas zonas inestables.

GGA-08

ZONAS DE DEPÓSITO DE SEDIMENTOS EN LA MARGEN NORTE DEL CERRO LA VIRGEN, ZACATECAS

Escalona-Alcázar, F.J.¹⁻², Nava-De la Riva, J.C.³⁻⁴ y Nájera-Garza, J.²

¹ Depto. de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC

² Unidad Académica de Minas, Metalurgia y Geología, UAZ

³ Depto. de Impacto y Riesgo Ambiental, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC

⁴ Universidad Autónoma de Durango, Campus Zacatecas

En la planificación del crecimiento de la Ciudad de Zacatecas no se han tomado en cuenta los riesgos naturales potenciales a que pudiera estar expuesta la ciudad con este crecimiento sin planificación. Como ejemplo de lo anterior están las obras mineras subterráneas abandonadas, de las que no se conocen su extensión ni estabilidad, pero que sobre ellas se preparan terrenos para fraccionamientos o infraestructura carretera. Otro riesgo potencial que no ha sido evaluado y que es materia de este trabajo, es la cartografía de las potenciales zonas de erosión y la distribución de los sedimentos que de ahí derivan.

En la margen norte del Cerro La Virgen las unidades litológicas que afloran, de la base a la cima, son el informalmente denominado Conglomerado Rojo de Zacatecas que está cubierto por una secuencia volcánica pobremente descrita. En la base de la secuencia volcánica hay sitios que presentan alteración hidrotermal intensa; también, hay escasos sitios que presentan oxidación. Los conductos por los que migraron los fluidos hidrotermales fueron fracturas y fallas de orientación preferente NW-SE y en menor proporción NW-SW. Debido a la alteración e intemperismo en los sitios alterados y a la remoción de sedimentos por efectos del agua, aire y gravedad, el transporte de los sedimentos ha ocurrido a lo largo de canales bien definidos. En los lugares que no muestran alteración no se observa este fenómeno.

Las zonas de depósitos muestran estratificación paralela y la alternancia de estratos formados por arena con estratos formados por guijarros y cantos rodados, éstos últimos con escasa matriz de arena, lo que sugiere una alta porosidad. El material no está consolidado y se observa reptación del suelo, el cual está cubierto con vegetación de matorral. El peligro de los estratos de materiales gruesos deriva en que durante un régimen continuo de lluvia o durante una lluvia torrencial, la infiltración del agua a través de ellos pudiera provocar el flujo de los sedimentos con el consecuente daño a la infraestructura carretera y urbana que vive aguas debajo a lo largo de los mismo canales de depósito.

GGA-09

MODELIZACIÓN DEL RÍO CHIQUITO EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICH., MÉXICO

Arreygue-Rocha J.E., Hernández-Madrigal V.M. y Garduño-Monroy V.H.

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, U.M.S.N.H.

La Ciudad de Morelia se fundó en el año de 1541 ocupando la parte más alta del valle de Guanyangareo, lejos de las zonas de inundación de los Ríos Grande, Chiquito y La Hoya. Actualmente, con su nueva mancha urbana Morelia vive constantemente periodos de tensión a causa de las inundaciones provocadas por el Río Chiquito.

En el presente estudio se considera la situación del Río Chiquito, afluente de derecha del Río Grande.

Este río se localiza en la parte sur de la ciudad y su longitud es de aproximadamente 20 Km, su cuenca hidrográfica tiene una extensión de 85 km², su cauce fue rectificado en 1939 y en particular sus secciones fueron redimensionadas para un gasto máximo de proyecto de 125 m³/seg.

Actualmente el cauce se ve afectado de una fuerte sedimentación y de una espesa cobertura vegetal, todo esto lleva a una sensible reducción del área hidráulica y a un aumento de la peligrosidad por inundaciones en las zonas inmediatamente adyacentes al curso de agua. Estudios hechos por CNA en 1980 sobre la capacidad hidráulica efectiva del Río Chiquito, en ausencia de los puentes, han evidenciado un gasto de 70 m³/seg. Tal reducción del gasto está directamente relacionada con la fuerte sedimentación y a la presencia de la cobertura vegetal.

En el año del 2000 se colocaron cinco puentes más sobre el tramo del Río Chiquito sumando en total 19 puentes con diferentes secciones. Con la información que se ha obtenido suponemos que estos nuevos puentes crearán más problemas de los anteriormente existentes, ya que no se respetó la altura de proyecto. Considerando esta problemática se realizó un nuevo levantamiento topográfico en Mayo de 2001 donde se tomaron las nuevas secciones transversales.

Por lo anterior se decidió realizar dos modelos, el primero con toda la información referente hasta 1980 incluyendo sus puentes y el segundo con las nuevas secciones transversales e incluyendo también los nuevos puentes. El objetivo es conocer cuáles serán las partes más críticas y cual será el comportamiento del río con estas nuevas estructuras y con este cambio de secciones.

También, con el objeto de hacer una estimación de los posibles tiempos de retorno del Río Chiquito, se analizaron los gastos máximos, según la ley de los valores extremos de Gumbel, registrados en la estación hidrométrica del río actualmente en desuso.

El tramo del río examinado con la información de CNA tiene una longitud de 6,200 m con un desnivel de 20 m aproximadamente. Con la información recabada por nosotros el tramo en estudio tiene una longitud de 7,200 m y con un desnivel de 40 m aproximadamente. Para este estudio se utilizó el programa Hec-Ras que permite evaluar el desplazamiento del perfil libre en condiciones de movimiento permanente, así como las condiciones

geométricas y el valor del gasto. También es posible tomar en consideración las influencias de las estructuras de los puentes según su geometría.

GGA-10

RELACIÓN ENTRE EL RIO ATOYAC EN EL VALLE DE OAXACA Y LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE SUS MARGENES

Navarro-Mendoza S., Bautista- Belmonte A., Aragón- Sulik M., Belmonte-Jiménez S.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca

La posible intrusión de agua contaminada del río Atoyac al acuífero que lo rodea ha sido estudiada utilizando métodos geofísicos, hidráulicos y ambientales; el objetivo de su estudio se deriva del hecho que en el tramo que atraviesa el valle de Oaxaca se ubica la batería de pozos que abastece a la zona urbana y concurbada a través de 31 pozos con profundidades aproximadas de 40 m. y un volumen de extracción de 70,803 Mm³/d. Este río además recibe permanentemente y proveniente de colectores una carga contaminante de 31788.401 Kg/d de Sólidos Disueltos totales; 14,290.085 Kg/d en el sur como resultado de la aportación del río Salado. La carga orgánica total medida a través de la D.Q.O es de 64,840.298 y 29,148.16 Kg/d respectivamente.

En las zonas de aprovechamiento se tienen niveles freáticos de 4.5 en promedio similares que el nivel del río y en algunos casos a bajo de éste. La constitución de las unidades geohidrológicas arcillas y arenas delgadas, arenas y gravas medianas parcialmente saturadas, así como los resultados obtenidos del monitoreo trimestral del nivel freático durante dos años, y las concentraciones de S.D.T, Color, SAAM, Fenoles, algunos metales pesados medidas en la corriente del río y pozos muestreados indican, por un lado la existencia de infiltración debida al bombeo, por otra que estas concentraciones llevan se van incrementando con dirección Norte-Sur.

Lo anterior se explica en gran medida a que las aguas del acuífero explotado son de libre recarga en la mayoría de los puntos y, por tanto, vulnerables a contaminación derivada de las descargas de aguas residuales en la corriente del río. Concluyéndose así, que desafortunadamente la relación que guarda el río respecto a los pozos muestreados es considerable como consecuencia del bombeo intensivo al que está sujeto.

GGA-11

OBTENCIÓN DE LA PERMEABILIDAD DE LA ZONA DE AIREACIÓN POR MEDIO DE FACTORES FÍSICOS PRIMARIOS

Navarro-Mendoza S., Belmonte-Jiménez S. y Bautista-Belmonte A.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca

En estudios relacionados con el cuidado y protección del agua subterránea se requiere de una gran cantidad de información y parámetros hidrológicos, que en función del objetivo de los mismos, pueden ser determinados directa e indirectamente. La densidad aparente y permeabilidad son un ejemplo de éstos, las cuales

adquieren mayor importancia en la zona de aireación ya que representa la primera línea de defensa natural y la infiltración no se puede evitar. Tal es el caso del acuífero del cual se abastece el valle de Etlá en Oaxaca, y en dónde por un lado se aprovechan pozos con nivel estático superficial desde 40 cm - 7 m, cuyos perfiles muestran estrato de material no consolidado entre 2 - 5 metros, y por otro es una zona en la cual se promueve el establecimiento de zonas habitacionales y parques industriales como el de Magdalena Apasco, por lo que la valoración de propiedades que favorezcan la infiltración son indispensables en la planeación de uso de suelo.

Se utilizaron 37 muestras de material obtenido a una profundidad desde 40 cm hasta 5 metros secadas al aire y libres de materia orgánica; la textura se determinó por densitometría Boyoucos corregida por temperatura. Aplicando el nomograma propuesto por Custodio (1983) y Terzaghi (1980) se obtuvo la permeabilidad del medio en estudio, como ésta se ve influenciada por el contenido salino, en extracto de saturación se determinó el contenido salino medido por conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales. La zona muestreada presentó: un 32% textura migajón arenosa, 19% migajón arcilloso, 16% migajón arcillo arenoso, 11% arcilloso, 8% franco y la diferencia arcilla limosa. La solución que guarda este tipo de textura presento una conductividad eléctrica de 300 a 3500 micromhos /cm. De acuerdo a la propuesta de Custodio, la zona de aireación es poco permeable. Aunque con la propuesta de Terzaghi el terreno se clasifique como de drenaje pobre, para efectos de vulnerabilidad es recomendable la primera clasificación.

GGA-12

COMPORTAMIENTO HIDROGEOQUÍMICO DE LOS IONES BICARBONATO Y SULFATO COMO INDICADORES DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE DRENAJE ÁCIDO EN EL DISTRITO MINERO DE ZACUALPAN, ESTADO DE MÉXICO

Bocanegra-García Gerardo y Carrillo-Chávez Alejandro
Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra, UNAM,
Juriquilla

Se analizaron un total de 47 muestras de agua del distrito minero de Zacualpan, Estado de México, de las cuales 12 corresponden a manantiales y arroyos, 12 a interior mina, 10 a drenaje de jales y 13 a columnas de lixiviación. La alcalinidad se determinó en el sitio de muestreo con el método de Gran, mediante el empleo de un titulador digital Hach con H₂SO₄ 1.6 N. Las concentraciones del ion bicarbonato se agrupan de acuerdo a la procedencia de las muestras. Aquellas provenientes de agua de manantiales y arroyos presentan valores que varían de 23 a 95 mg/l; muestras de agua del interior mina presentan valores de concentración con un rango de 140 a 231 mg/l; muestras de mezcla de agua de jales y arroyos tienen valores de concentración entre 165 a 267 mg/l, y muestras proveniente de jales presentan valores entre 131 a 300 mg/l.

El ion sulfato al igual que el ion bicarbonato presenta relación de valores de concentración con la procedencia de las muestras. Las concentraciones más bajas registradas es de las muestras de agua de manantiales y arroyos, con valores de 6 a 31 mg/l; las muestras correspondientes a interior mina presentan valores entre 65 a 400 mg/l; muestras de mezcla de agua de jales y arroyos esta entre 149 a 565 ppm, mientras que las muestras de drenaje de jales presenta valores de 755 a 846 mg/l.

Los resultados de las muestras obtenidas de las columnas de lixiviación presentan un claro incremento de las concentraciones de ambos iones de acuerdo a la profundidad de muestreo.

En las concentraciones de ambos iones se distinguen dos factores que influyen en el aumento de la concentración, el primero de ellos es el contacto agua-roca y el segundo es el contacto agua-jales. Aunque actualmente los valores de pH medido en todas las muestras de agua varían de 6.96 a 8.2, de acuerdo al tipo de yacimiento de vetas de cuarzo y calcita, no se descarta el alto potencial de generación de drenaje ácido en el distrito minero de Zacualpan una vez que cierre operaciones la mina y se dejen de utilizarse las presas de jales. Este potencial se evidencia al comparar los resultados de campo con los resultados obtenidos de las columnas de lixiviación.

GGA-13

ESTUDIO RADIOMETRICO DEL CORREDOR INDUSTRIAL LERMA-TOLUCA, ESTADO DE MEXICO

Juárez Sánchez F.¹, Aguayo Río A.¹, Hurtado Sil R.M.², Olgin Logero F.³, Flores Ruiz J.H.¹ y Urrutia Fucugauchi J.¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Asociación Civil LABNA

³ Universidad Ibero-Americana, Campus Santa Fe

Como parte de los estudios ambientales llevados a cabo para documentar el tipo de contaminantes que se vierten “a cielo abierto” por el Corredor Industrial Lerma-Toluca en el canal de desecho líquidos Industriales de las industrias (Química, Metal-Mecánica, Cuero, etc..) Principalmente sin cumplir ninguna Norma Ambiental vigente. A continuación se muestran los resultados de las muestras líquidas y de los sedimentos de los bordes del canal.

Las muestras de fase líquida tomadas de las “aguas residuales” de la salida de la Planta Incineradora de desechos sólidos de la Compañía RECICLAGUA, emite toneladas de partículas de tamaños de 2.5, 5 y 10 micros al medio ambiente durante los 365 días, durante 24 horas que son de las más peligrosas para la salud humana generando cáncer pulmonar, sin que exista hasta la fecha ningún tipo de filtro industrial para eliminar dichas partículas.

La anomalía radiactiva del “espectro” promedio es 2.400 cuentas/min que se tuvo de la fase líquida, tiene un contenido espectral en la zona baja de las energías se tiene la familia de las “tierras raras” tales como: Hafnio (Hf), Europio (Eu) y Lantano (La). Estas tierras raras se utilizan en la industria Automotriz en el diseño de filtros catalíticos (para eliminar la expulsión de los gases tóxicos de las gasolinas) de los automoviles. También se encuentran metales pesados como el Hierro (Fe), Cobalto (Co), Estaño (Sb), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Cesio (Cs) y Plomo (Pb), asociados a la Industria Metal-Mecánica del Corredor Industrial.

Para la fase sólida, en los sedimentos de los bordes de canal de desechos industrial, que se ubica en la parte posterior de la Planta, se tuvo una anomalía “espectro” promedio de 24.000 cuentas/min de los mismos elementos químicos en los sedimentos que son arcillo-arenosos, lo cual sugiere que se reconcentran debido al poder de “absorción” de las arcillas.

El Plomo radiactivo tiene una vida media de 1600 años, que quizás uno de los más tóxicos elementos radiogénicos debido a que se encuentra disuelto en el agua, se fija en el suelo y posteriormente en las raíces de las plantas y por último a la cadena alimenticia del humano.

GGA-14

**RESISTIVITY SOUNDING INTERPRETATION
BASED ON THEORETICAL CALCULATION OF
ROCKS' ELECTRICAL PROPERTIES AT STUDY OF
OIL POLLUTED AREA IN MEXICO**

V. Shevnin¹, A. Sanchez², A. Mousatov¹, E. Nakamura¹, A. Ryjov³ and V. Korolev⁴

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

Eje Central Lazaro Cardenas #152, Mexico, D.F., 07730,
México

E-mail: vshevnin@imp.mx

² EcoExel, Mexico

³ MSGPA, Russia

⁴ MSU, Russia

The study of oil pollution on the territory of oil-refining factory in Mexico was performed by EcoExel company for PEMEX. IMP group consulted application of resistivity sounding. The pollution in this place is known for a long time and some operations on remediation were already performed. The present stage of studies has the purpose to estimate a present ecological state of ground after previous remediation and to plan places, amount and order to continue remediation.

Resistivity sounding (VES) on this territory was applied for the first time, before boring and chemical sampling were used. The great part of the area is covered by concrete 20 cm thick, there are some buildings and industrial constructions, and the studies were performed along the internal roads of the factory. The high level of geologic and electromagnetic noise caused some problems in VES field application and data analysis. For a decrease of noise influence the special field technology and data processing for two-sided pole-dipole sounding array with geological noise canceling was applied.

The system of VES profiles in the area has allowed seeing investigated object both in plan and with depth. From several wells the groundwater conductivity was estimated, that allowed to calculate theoretically the resistivities of all rock (mainly sands and clays). In oil-polluted places these resistivities were much lower. The similar anomalies of low resistivity were earlier found in Russia, Finland and USA. The reason of low resistivity is bacterial oil degradation. The comparison of theoretical calculations of rocks electric properties with VES results has allowed performing correctly polluted places mapping.

Oil pollution was found at two levels (above GWL on 2-2.5 m from the earth surface) and below in the zone of a full water saturation (on depths from 4 up to 10 m). The possibility of oil pollution movement below ground water level was known and found earlier in some other places and the cause of this was increasing of petroleum density above that of water as a result of biodegradation. The oil pollution was localized in several areas of linear outlines bound or connected with fault zones. Some faults were known earlier, others were detected on VES data. The oil pollution below GWL is placed in clays, instead of sands. This fact was confirmed by drilling and chemical analysis.

The block structure of territory dissected by faults system built on VES data, has allowed explaining numerous chemical analysis and detecting a different pollution composition in each block, resulted probably from different sources and of different ages. Estimation of oil pollution below GWL and in clays probably necessitates revising the remediation program.

GGA-15

**ESTUDIO DEL SUBSUELO CONTAMINADO POR
HIDROCARBUROS APLICANDO EL METODO DE
SONDEO ELECTRICO VERTICAL EN ZONAS
RURALES Y URBANAS**

Vladimir Shevnin y Omar Delgado Rodríguez
Instituto Mexicano del Petróleo

El método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) ha sido usado con frecuencia en estudios de impacto ambiental. En los últimos años ha surgido una nueva modificación de este método llamada Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), siendo mucho más rápida y precisa, utilizando un gran número de electrodos conectados automáticamente. Específicamente, en el análisis de la contaminación por hidrocarburos este método ha mostrado ser efectivo, destacando las zonas contaminadas del subsuelo como una anomalía conductora. En este trabajo se exponen los modelos geoelectrónicos correspondientes a un área contaminada ubicada en las inmediaciones de Poza Rica, Ver., México.

En la aplicación de la TRE al estudio del subsuelo contaminado por productos petroleros se presentan dos problemas: primero, la contaminación frecuentemente ocurre en zonas industriales o urbanas donde gran parte de la superficie del terreno está cubierta por asfalto o concreto. La aplicación de SEV o TRE requiere de un gran número de perforaciones para la colocación de los electrodos de corriente y potencial. En este trabajo se presenta la variante del uso de electrodos de potencial activos con instrumentación ERA en áreas urbanizadas, reduciendo considerablemente el número de perforaciones necesarias para la aplicación del método. La similitud entre los resultados obtenidos con electrodos de potencial activos y de tipo convencional fue probada experimentalmente.

El segundo problema está relacionado con la identificación de las zonas contaminadas y no contaminadas a partir de los valores de resistividad. Este problema ha sido resuelto mediante el cálculo teórico de la resistividad de las rocas y su comparación con los valores medidos en el campo.

GGA-16

**ESTUDIO GEOLOGICO AMBIENTAL EN LA
SELECCION DEL SITIO PARA EL
CONFINAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS
MUNICIPALES, NACUZARI DE GARCIA, SON.**

Fernando Vásquez López, Alejandra Montijo Gonzalez y
Miguel Rangel Medina
Depto. de Geología, Universidad de Sonora
E-mail: fernando@marina.geologia.uson.mx

En todas las ciudades que presentan un desarrollo acelerado, el problema de manejo y disposición de desechos sólidos ha contribuido al deterioro del medio en esos centros de población.

Debido a que estas ciudades han visto incrementarse considerablemente en las últimas décadas y en consecuencia la generación de residuos sólidos municipales ha ido también en aumento, sin embargo que en la mayoría de los casos no se cuenta con un sistema de disposición final de estos desechos que solucione de forma integral la problemática ocasionada.

El municipio de Nacozari, situado al Noreste del estado de Sonora, cuenta con grandes problemas de contaminación, en los que destacan: aguas negras provenientes de un mal diseño de la red de drenajes, tuberías en mal estado, terreros de jales abandonados por la actividad minera y sobre todo el mal manejo y disposición de sus residuos sólidos, los cuales son depositados en lugares a cielo abierto sin cumplir con las normas adecuadas para su funcionamiento. Esto ha contribuido al deterioro y degradación del medio ambiente, provocando un ambiente hostil para la vida en dicho municipio.

No obstante esta situación, no se dispone de la infraestructura necesaria en condiciones óptimas de organización y funcionamiento para enfrentar adecuadamente el tratamiento y confinamiento final de los residuos sólidos.

La presentación de este trabajo, por facilidad metodológica se hizo por operaciones específicas, se inicia y concluye con las actividades de selección del sitio, en lo que presenta su marco geológico de referencia y geología aplicada y ambiental.

Consecuente con lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es desarrollar dicha metodología para alcanzar mayores beneficios que los que ofrecen los actuales procedimientos, en los aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales, mediante la investigación y desarrollo de una nueva aplicación tecnológica, que permitirá solucionar los problemas derivados de los actuales procedimientos, a través de la integración de las siguientes disciplinas: geotecnia, ingeniería agronómica y forestal, ingeniería medioambiental, ciencias básicas, ciencias sociales y económicas.

GGA-17

RESTAURACION DE AREAS DEGRADADAS POR EL HOMBRE. ESTUDIO DE CASO BASURERO MILPA ALTA, ZAPOPAN, JAL.

Maciel-Flores R., Echauri-Galvan E.B. y Peña-García L.E.
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Universidad de Guadalajara
E-mail: romaciel@cucba.udg.mx

El basurero que se pretende sanear, se ubica en antiguas barrancas de tributarios del arroyo Milpa Alta, el cual está cercano al Periférico y Av. Acueducto dentro del Municipio de Zapopan. Motivo por el que se le conoce como **Basurero de Milpa Alta**. El mismo se desarrolló, hace aproximadamente 20 años y en él se vertió basura doméstica principalmente de los municipios circundantes, seguramente en mayor proporción de Guadalajara.

Sondeos realizados nos indican que existen depósitos dispersos en al menos siete hectáreas con un volumen estimado de 300,000 m³.

En base a los análisis realizados en diferentes laboratorios, la misma es clasificada como una sustancia no **CRETIB**, es decir no es Corrosiva, Reactiva, Tóxica, Inflamable o Biológica infecciosa.

Actualmente esta basura genera diferentes impactos ambientales negativos, como son lixiviados que contaminan al acuífero local, fauna nociva, deterioro del paisaje, baja en la plusvalía de los predios inmediatos, humos por los incendios eventuales, entre otros, casi todos estos problemas se reflejan en las zonas habitacionales ubicadas en las inmediaciones como lo es Royal Country y Puerta de Hierro. Este basurero, además de generar problemas a la salud de la población que vive en las inmediaciones, ha impedido el desarrollo inmobiliario del lugar.

Considerando que las modificaciones a la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que los particulares pueden realizar actividades de saneamiento y deben de ser reconocidos por las autoridades competentes, en este caso el Ayuntamiento, se planteó una metodología de saneamiento tanto a la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEMADES), en este caso representante del gobierno estatal, como al área ambiental del Municipio de Zapopan.

Básicamente la Metodología consiste de los siguientes pasos:

- I.- Delimitación del área con Basura.
- II.- Cuantificación de su volumen.
- III.- Caracterización de la basura mediante análisis CRETIB.
- IV.- Análisis del posible reciclamiento de la basura.
- V.- Identificación y evaluación de impactos y riesgos ambientales.
- VI.- Implementación de medidas de mitigación.
- VII.- Elaboración y aplicación de programa epidemiológico y salud laboral.
- VIII.- Definición de maquinaria a usar para remover la basura.
- IX.- Seleccionar maquinaria para reducir el volumen de basura a transportar.
- X.- Obtención de permisos de las autoridades correspondientes.
- XI.- Definir el sitio donde se depositaran los elementos inútiles de la basura.
- XII.- Retirar la basura de su confinamiento, separarla o triturarla.
- XIII.- Sanear los productos obtenidos, útiles e inútiles.
- XIV.- Almacenar el material útil.
- XV.- Comercializar los elementos reciclables recuperados.
- XVI.- Transportar los elementos no útiles a rellenos sanitarios.
- XVII.- Realización de estudios de suelo, agua y gases para certificar el saneamiento del predio.
- XVIII.- Modelar la depresión generada al momento de extraer la basura.
- XIX.- Elaboración de reporte final.

Se presentan avances del trabajo de saneamiento.

GGA-18 CARTEL

CONSECUENCIAS DEL TERREMOTO DE 1932 EN CUYUTLÁN, COLIMA. UTILIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE SISMICIDAD HISTÓRICA PARA LA PREVENCIÓN DE DAÑOS OCASIONADOS POR TSUNAMIS

Mauricio Bretón G., Carlos Navarro y Tonatiuh Domínguez
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

Precedido por la actividad sísmica de los días 3 y 18 de junio de 1932, que causó severos daños a la ciudad de Colima, el 22 de junio de 1932, a las 6:59:28 (hora local) ocurrió un sismo de Ms= 6.9 (SSN) que fue sentido levemente por los habitantes de la zona costera del Estado. Poco tiempo después de ocurrido el sismo el mar

se retiró de la zona de costa y en el lapso de 3 a 5 minutos el mar volvió con una ola de entre 20 y 25 metros de altura que afectó principalmente a la población de Cuyutlán (Salazar, 1989), sitio turístico situado frente al mar e importante centro productor de sal del Estado. El tsunami destruyó muchas casas y sepultó varias personas entre la arena y los escombros, llegando la marejada hasta la vía del ferrocarril, situada a 650 metros del mar, haciendo destrozos en la mayor parte de las construcciones que eran casas de tejamanil, zacate y enramadas de palapa. Los hoteles que había en el lugar y que estaban contruidos en madera sufrieron severos daños, siendo arrasados algunos de ellos. El número de ahogados ascendió a más de 30, varios heridos, muchos desaparecidos, además de la pérdida de cabezas de ganado, animales domésticos e inundación de las salinas. El tsunami afectó varios sitios de la costa entre los que se encuentran: Cuyutlán, el estero Palo Verde, Playa Paraíso, Boca de Pascuales, El Real y El Tecuanillo, sitios antiguamente poco poblados pero que hoy en día son zonas turísticas importantes.

Sin embargo, este no ha sido un hecho aislado en la historia de la costa colimense ya que el 13 de noviembre de 1816, y precedido por 8 días de actividad sísmica, ocurrió un sismo que minutos después levantó una ola de aproximadamente 25 metros que invadió la zona costera del Valle de Tecomán e inutilizó por más de 9 años las salinas de “El Real de San Pantaleón” (Oseguera, 1989), lugar ya desaparecido y situado muy cerca de El Real, lugar turístico localizado a 10 kilómetros de la ciudad de Tecomán, Colima.

Se presentan los resultados de los estudios de sismicidad histórica realizados en esta zona en los cuales se ha encontrado la ocurrencia de por lo menos dos tsunamis Magnitud 4 (Iida *et al.*, 1967) en los últimos 200 años.

La reciente actividad sísmica cercana a la zona de rompimiento de 1932, que dio inicio en abril de 2001 y se mantiene hasta la fecha (agosto de 2001) así como el crecimiento turístico de la zona de estudio durante los últimos 20 años en la que los índices de visitantes ascienden a varios miles durante los fines de semana, hace evidente la necesidad de implementar medidas preventivas ante la ocurrencia de este tipo de fenómenos.

GGA-19 CARTEL

DEGRADACION DEL MEDIO NATURAL EN LA CIUDAD DE QUERETARO, MEXICO: VULNERABILIDAD Y PELIGROS ASOCIADOS

Mitre-Salazar, Luis Miguel y Martínez-Reyes, Juventino
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Un hecho por demás evidente en nuestros días, es que cualquier actividad humana siempre tiene un efecto sobre el medio físico, de igual manera se puede establecer que este tipo de impactos han crecido exponencialmente durante el siglo pasado.

Las modificaciones realizadas, en algunos casos han sido alarmantes debido a la considerable alteración de los ecosistemas, reduciendo recursos naturales esenciales o la productividad de los suelos y en términos generales alterando el conjunto de las actividades humanas, convirtiéndose en muchos casos en situaciones críticas.

Un estado crítico que surge de este tipo de situaciones implica conjuntamente una degradación del medio natural y de las actividades socioeconómicas relacionadas, y en este mismo sentido una región se considera crítica, cuando ha alcanzado el estado de degradación interactiva.

Existe degradación del medio cuando algunas de las funciones naturales se ve alterada de manera que no se lleven a cabo plenamente siguiendo los patrones de los ecosistemas, es decir que algo está impidiendo su desarrollo natural y como consecuencia de ello los objetivos de estos procesos naturales no podrán ser alcanzados, limitando como consecuencia directa el correcto funcionamiento de todos los actores del entorno natural y produciendo restricciones para el equilibrio ecológico.

Si bien es cierto que existen en ocasiones factores naturales que pudieran ser clasificados como agentes degradantes, en el ciclo natural estos son propios de la dinámica natural, no así el conjunto de las actividades antrópicas que en muchas ocasiones con totalmente contrarias al buen funcionamiento de los ecosistemas, propiciando su degradación a diferentes escalas y niveles.

Algunos de los dominios donde esto sucede con mayor frecuencia y donde los impactos son sumamente considerables suceden sin lugar a dudas en las áreas urbanas y agroindustriales.

La Ciudad de Santiago de Queretaro inserta en la provincia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana, es una muestra de la problemática antes mencionada, en donde en los últimos año ha presentado un rápido y notable crecimiento de la mancha urbana en detrimento del medio natural, con manifestaciones por demás evidentes de un desequilibrio ecológico en la región.

Dentro de los efectos que mayor preocupación ha despertado en las autoridades ha sido el problema de la sobre-explotación de los mantos acuíferos, que adicionalmente a la problemática del abastecimiento del vital líquido a tenido repercusiones importantes en manifestaciones de subsidencia, afectando de manera general muchas viviendas, industrias la infraestructura vial, las redes de abastecimiento de agua y de drenaje.

De manera similar a lo ocurrido en otras ciudades dentro de esta provincia geológica (Celaya, Silao, Salamanca, Abasolo, en el Estado de Guanajuato; Morelia en Michoacán; el Distrito Federal), las manifestaciones de la subsidencia han producido un impacto negativo considerable, tanto por la afectación directa de las obras urbanas como por la naturaleza del fenómeno mismo que en muchos casos se ha venido incrementando y con afectaciones importantes como las mencionadas anteriormente.

La subsidencia presente en estas ciudades se debe por una parte, a la presencia de sedimentos arcillosos en el relleno de los valles susceptibles de sufrir una rápida compactación luego de la extracción del agua y al desconocimiento detallado de la naturaleza geológica del relleno sedimentario. Los trabajos de explotación del agua por lo general se han venido realizando sin contar con estudios previos que pudieran indicar tanto las zonas con mayor potencial para la presencia del recurso, como la determinación de aquellas zonas que pudieran presentar un cierto grado de vulnerabilidad y peligro a la ocurrencia del fenómeno de la subsidencia.

De esta forma, los acuíferos que se explotaban a pocos metros de profundidad prácticamente ya no existen y se ha tenido que perforar hasta varios cientos de metros, incrementando con ello los costos de manera considerable.

Un problema asociado con el uso del agua, y que se puede considerar como un factor de riesgo potencial para la contaminación tanto del suelo como de los propósitos acuíferos, es el del mal manejo de los desechos (orgánicos e inorgánicos) los cuales en ocasiones se vierten directamente a la red de drenaje natural.

El crecimiento urbano aunque enmarcado en el plan de desarrollo urbano, carece en realidad de una fundamentación de las condiciones naturales en general, y geológicas en particular que privan en esta región, incorporando con ello un elemento adicional a los parámetros de la vulnerabilidad natural propia de las condiciones de la zona.

Existen varios ejemplos en fraccionamientos tanto antiguos como de reciente creación donde han surgido algunos problemas relacionados con la inestabilidad de taludes, agrietamiento de suelos, hundimientos, problemas que manifiestan un total desconocimiento de los procesos naturales y de las respuestas del medio natural al conjunto de actividades antrópicas.

En este trabajo se presenta una evaluación de la vulnerabilidad y el peligro potencial que tienen la zona urbana por la ocurrencia de procesos de deslizamientos, subsidencia, inundación, para derivar a una propuesta preliminar de la zonificación del riesgo geológico y antrópico.

El análisis que aquí se presenta se apoya en la cartografía geológica realizada por los autores recientemente a una escala 1:50,000.

GGA-20 CARTEL

EL TSUNAMI DE 1932 EN CUYUTLÁN, COLIMA: RELACIÓN ENTRE RÉPLICA SÍSMICA- DESLIZAMIENTO DE MASA SUBMARINO T TSUNAMI

Carlos Navarro Ochoa, Mauricio Bretón G. y Tonatiuh
Dominguez R.
Universidad de Colima

El 22 de Junio de 1932 a las 06:59:28 (tiempo local) se registró un sismo de M 6.9 a 33 km de profundidad con coordenadas 18.740 N y -104.680 W (SSN), frente a las costas de Colima. Pocos minutos después, un tsunami golpeó con una ola de aproximadamente 20 m de altura la población costera de Cuyutlán.

Cumming (1933) concluye por la inclinación orientada de árboles y postes, que el centro de propagación del maremoto debió originarse a unos 10 km al SSW de Boca de Pascuales (desembocadura del Río Armería en el Océano Pacífico). La marcada direccionalidad y características del tsunami hacen pensar que el sismo disparó un landslide submarino posiblemente dentro de un cañón submarino ubicado frente a Boca de Pascuales, el cual a su vez disparó el tsunami que pudo viajar a velocidades entre 33 a 10 m/s conforme se aproximaba a la costa.

El tsunami afectó directamente un frente de playa de 22 km de largo (desde Cuyutlán por el W hasta Tecuanillo por el E). La distancia de inundación (run-in) fue de aproximadamente 650 m. El cañón submarino marca el extremo oriental del graben de Manzanillo (Bourgeois et al., 1988) y a 7 km de la costa muestra una isobata de 360 m. El epicentro sísmico se ubica cerca del extremo occidental de este graben.

Posiblemente en este sector de la costa (22 km) la ola del tsunami se refractó, enfocó e intensificó a causa de la topografía submarina (presencia de cañón submarino e islote) frente a la playa.

Un evento parecido ocurrió 116 años antes (1816), después de una serie de temblores una ola de 24 m de altura golpeó el mismo sector con un run-in de 450 m, destruyendo las salinas del Real de San Pantaleón, actualmente El Real, playa turística a solo 3.4 km al Este de Pascuales.

El azolve anual del Río Armería es de alrededor de 2.1 millones de metros cúbicos. En 116 años pudieron sedimentarse en forma inestable (delta de frente abrupto) aprox. 0.25 km cúbico en los primeros kilómetros del cañón submarino, material suficiente para generar un landslide submarino.

Actualmente la Red sísmica de Colima y el Servicio Sismológico Nacional han registrado desde finales de Abril a Agosto de 2001 129 eventos someros (de 5 a 33 km) y magnitudes de 2 a 6.2 en dos áreas frente a la costa de Colima, la más cercana a solo 7-10 km de Cuyutlán y la otra en el área de réplicas de 1932, donde ocurrió el evento que desencadenó el tsunami el 22 de Junio.

La ausencia de un mecanismo de alertamiento contra tsunamis y la premura con que estos pueden alcanzar la playa por la cercanía a la fuente, hacen altamente vulnerable este sector de la costa de Colima donde viven y vacacionan varios miles de personas.

GGA-21 CARTEL

GEOQUÍMICA PRELIMINAR DEL AGUA INTERSTICIAL DEL LAGO DE CHAPALA, JALISCO, MÉXICO

Nely Ríos-Donato y Pedro F. Zárate-Del Valle
Depto. de Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e
Ingenierías, Universidad de Guadalajara
Apdo. Postal 4-021, Guadalajara, Jal., 44410, México

Se llama agua intersticial en un cuerpo de agua a la fase móvil (agua) que está en contacto permanente con partículas sólidas (sedimentos). La interface sedimento-agua es la zona del fondo del lago en donde termina la fase líquida y se inicia la fase sólida. En la práctica, está limitada a unos 5 centímetros arriba del fondo y a 5 centímetros abajo y en buena medida está constituida parcialmente por la porción lodosa del fondo. Ha sido en esta porción del Lago en donde se analizó el agua intersticial (Ríos-Donato, 2001; Zárate-Del Valle *et al.*, 2000c y d). Para ello fue necesario el diseñar el muestreador de agua intersticial que permitiera obtener muestras inalteradas químicamente o sea SIN alterar las características físico-químicas originales del agua muestreada, así como la prensa para extraer a ésta en una atmósfera inerte (Ríos-Donato, 2001). El muestreo consistió en coleccionar 13 muestras en diferentes puntos del lago y a diferentes profundidades: 0.5m, 1m, 2m y 3m.

Se sabe que el Lago de Chapala es un lago tropical en proceso de eutrofización y de contaminación, lo que se significa que en la calidad de su agua hay excesos de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y de contaminantes (gases, elementos-traza, iones). La actividad química de un gas en el agua está controlada por procesos de disolución y disociación; la actividad química de los elementos-traza está controlada por la complejación, la ingesta biológica y la adsorción sobre partículas suspendidas susceptibles de sedimentarse. Se sabe que la estancia en el agua tanto de los

nutrientes como de los contaminantes es temporal ya que como respuesta a variaciones físico-químicas (temperatura, pH, etc.) se precipitan al fondo acumulándose en los sedimentos, en donde permanecen temporalmente en equilibrio químico con el agua intersticial.

Los parámetros determinados en el agua intersticial muestreada son (Ríos-Donato, 2001): Temperatura, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), conductividad, pH, dureza (como CaCO_3), sólidos totales (st), st fijos, st volátiles; sólidos suspendidos (ss) totales, ss fijos, ss volátiles; sólidos disueltos (sd) totales, sd fijos y sd volátiles; metales (Fe, Zn, Mn, Cd, Cu, Pb y Cr); flúor, fosfatos, sílice, sulfatos, nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal.

Por no existir a la fecha una norma (nacional o internacional) que regule el contenido máximo de contaminantes en las aguas intersticiales de un cuerpo de agua, se recurrió a considerar como tal a la NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Podemos concluir que el agua intersticial del Lago de Chapala no cumple con la NOM-001-ECOL-1996, lo que significa que el fondo somero del lago de Chapala es una fuente potencial de contaminantes, los cuales al variar ciertos parámetros físico-químicos (temperatura, pH, etc.) son susceptibles de ser liberados y de incorporarse al cuerpo de agua incrementando su contaminación y eutroficación. Debido a que los valores obtenidos no son constantes para todo el lago, es necesario efectuar un muestreo sistemático de agua intersticial para así delimitar tridimensionalmente las zonas más contaminadas: Con lo anterior será posible el sustraer y eliminar del fondo del Lago los sectores más contaminados. Algo similar se realizó, en su momento, en el Lago Erie (400km x 80 km; frontera Canadá-U.S.A) después de haber sido declarado “muerto” en la década de los 70's por la severa contaminación que mostraba.

GGA-22 CARTEL

INFLUENCIA DE FACTORES GEOLÓGICOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA EN UN SEGMENTO DEL BAJO RIO CONCHOS, CHIHUAHUA

Melida Gutierrez

Department of Geosciences, Southwest Missouri State University,
Springfield, Missouri, USA

Una estimación preliminar de la aportación de medios geológicos a la composición química del agua para un tramo del bajo río Conchos, localizado entre la confluencia del río Chuvíscar y la presa Luis L. León se presenta como resultado de este estudio. El río Conchos recibe descargas con desechos agrícolas y urbanos aguas arriba (del área de estudio), continuando libre de descargas por cerca de 50 km. Durante este recorrido, procesos naturales de autolimpieza se encargan de reducir estos contaminantes a sus valores normales. Sin embargo, en el caso de salinidad (expresada por medio de una o más de los parámetros: conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, o concentraciones de calcio y sodio) las concentraciones no disminuyen, sino que al contrario, continúan aumentando. A primera vista, uno puede pensar que la alta salinidad va a afectar a la biota acuática y ribereña aguas abajo, pero un análisis más cuidadoso muestra que las aguas que llegan a este

tramo del río Conchos (arroyo Las Víbora, Arroyo Grande y algunos manantiales) contienen una alta concentración de sales ya que los suelos y formaciones rocosas de esta parte de la cuenca del Conchos tienen de por sí una alta salinidad. Por medio de este estudio, se compara la salinidad de los diferentes aportes de agua al río Conchos a lo largo del segmento bajo estudio y se hacen inferencias en cuanto al balance químico de los componentes causantes de la salinidad, así como otros factores que toman parte en este proceso, como son la cubierta vegetativa, tipo de suelos y niveles de erosión.