

Sesión Regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:

Graciela Herrera Zamarrón
Antonio Cardona Benavides
Rogelio Vázquez González

GEOH-1

MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO KÁRSTICO, FORMACIÓN TEPOSCOLULA, HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Morales Luis René^{1,2}, Gutiérrez Navarro Rodrigo¹, Vásquez Serrano Alberto¹, Escolero Fuentes Oscar³ y Tolson Gustavo³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Hidrología, Universidad Tecnológica de la Mixteca

³Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM
rem Luis@yahoo.com.mx

Al N-NW de Huajuapán de León, en el estado de Oaxaca, se tiene un afloramiento de rocas calizas pertenecientes a la Formación Teposcolula (unidad sedimentaria marina del Cretácico) en lo que se conoce como el Homoclinal de Petlalcingo. Esta unidad muestra evidencias de karsticidad (lapiaces, zonas de colapso, conductos de disolución, cavernas y dolinas) así como flujo de agua subterránea; este último se manifiesta en 19 manantiales, siete norias y dos pozos, los cuales fueron ubicados y georeferenciados durante este estudio. En la zona no se tienen trabajos previos enfocados al aspecto hidrogeológico, quizá por ser consideradas zonas con baja capacidad de almacenamiento subterráneo. Sin embargo, la karsticidad, el caudal estimado, mayor a 10 Ls-1, del manantial de Ibarra Ramos (al N de la zona, en el estado de Puebla) y las obras de captación y aprovechamiento de manantiales en las partes bajas de la Formación Teposcolula (S de la zona, en las inmediaciones de Huajuapán) hacen evidente la existencia de un acuífero kárstico, cuyo funcionamiento es necesario conocer para brindar una mayor oportunidad de aprovechamiento y cuidado del mismo.

Por lo tanto, al incorporar la información previa de la zona, con los estudios recientes de cartografía y caracterización geológica estructural, con los análisis de distribución de los niveles estáticos y con la topografía del sitio, se ha podido determinar un modelo conceptual del flujo de agua en el medio subterráneo. El sitio de recarga se establece en la zona sur de la Formación Teposcolula (parte alta cercana a Huajuapán). Se identificaron dos zonas de descarga, la primera drena el flujo de agua en dirección preferencial hacia el NNW, desde la zona de Huajuapán hacia Ibarra Ramos, esto en aparente concordancia con los patrones dominantes de los ejes de las estructuras mayores del área (anticlinales asimétricos con vergencia al SW), con las fracturas y con el sistema de fallas del área (con dirección igualmente dominante hacia el N-NW). La segunda zona de descarga tiene una distribución semi-radial en la porción sur de la Formación Teposcolula (la parte más alta, periférica a Huajuapán) la que se manifiesta con una cantidad mayor de manantiales de bajo caudal (la mayoría menor a 0.5 Ls-1 y solo algunos con flujos de mayores a 2.0 Ls-1). Esta distribución de afloramientos de agua se asocia a la deformación más intensa de las rocas calizas en esta zona, lo que favorece una densidad de fracturas mayor y una distribución irregular. Los límites del acuífero se han establecido hacia el N y S con las líneas de carga piezométrica con valor de ~1540 y 1700 msnm, respectivamente. Hacia el E el límite lo representa la falla normal Petlalcingo-Hujuapán (con bloque caído al W). Y al W se tiene como límite la zona de despegue tectónico entre las formaciones jurásicas y cretácicas.

GEOH-2

VARIACIONES ESTACIONALES DE PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN LA PORCIÓN PONIENTE DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS, COAHUILA

Ortiz Flores Gerardo y Gutiérrez Ojeda Carlos
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
gerarort@tlaloc.imta.mx

El acuífero Cuatrociénegas, se ubica en la porción noroccidental del estado de Coahuila. El valle es reconocido internacionalmente, por su interés científico, valor ecológico, belleza natural y atractivo turístico. Este acuífero permite el desarrollo de diversas actividades económicas que dependen principalmente del agua subterránea.

Como resultado del estudio hidrogeológico, realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en el año 2004, se recomendó instrumentar la cuenca del valle de Cuatrociénegas para determinar con mayor precisión el balance hidrológico.

En 2007, el IMTA llevó a cabo la instrumentación de la porción poniente del acuífero, mediante la perforación de 11 pozos de observación a 30 metros de profundidad, así como la medición de los niveles piezométricos. En noviembre de 2008 se instalaron 9 registradores de nivel por lo que se cuenta con un registro de 18 meses.

El modelo conceptual del sistema acuífero propuesto por el IMTA, se compone de dos sistemas de flujo subterráneo clasificados como local e intermedio, que circulan en medios hidrogeológicos distintos. El primero ocurre en un acuífero superior del tipo libre, constituido por sedimentos finos compuestos por formaciones evaporíticas, limos y arcillas. El segundo en un acuífero semiconfinado inferior constituido por rocas calizas fracturadas.

En mayo de 2010, se transfirió la información almacenada por los registradores a una pc, obteniendo gráficos de niveles que muestran un patrón de fluctuación estacional. Estas variaciones son el resultado de influencias tales como la recarga de lluvia, ocurrida principalmente en las Sierras circundantes, la descarga del agua subterránea a través de las pozas "La Becerra" y "Churince", así como el fenómeno de evapotranspiración que sigue ciclos estacionales bien definidos.

Las fluctuaciones estacionales registradas muestran descensos y ascensos del agua subterránea en los periodos al inicio y final de las temporadas de lluvia y estiaje.

Las variaciones del nivel piezométrico fluctúan de 9 a 80 centímetros y corresponden a variaciones producidas por la lluvia, niebla y viento.

GEOH-3

INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN AGUA-ROCA EN LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEL RÍO DUERO, MICHOACÁN

Silva García José Teodoro, Ochoa Estrada Salvador, Estrada Godoy Francisco, Moncayo Estrada Rodrigo y Nava Velázquez Jaime
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, IPN
tsilva09@hotmail.com

Mediante un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea en la cuenca hidrográfica del río Duero, se demuestra la interacción agua roca como mecanismo de control de su calidad química para uso primordialmente agrícola. La cuenca se localiza al noroeste del estado de Michoacán en las coordenadas 19°40' y 20°15' latitud norte y 101°45' y 102°45' longitud oeste y pertenece a subregión hidrológica Bajo Lerma. Su superficie de aportación es de 2,531.3 km², con un escurrimiento promedio anual de 250 Mm³. Geológicamente predomina un ambiente volcánico sedimentario destacando estructuras de tipo estratovolcán. Este volcanismo es causante de la formación de valles fluviales parcialmente cerrados delimitando igualmente la región lacustre de la Ciénega de Chapala. Una zona con condiciones de termalismo también coexiste. Se realizó un muestreo hidrogeoquímico en 103 distintos tipos de aprovechamientos (pozos y manantiales), durante el periodo de abril y mayo del 2009. La calidad química del agua subterránea se relaciona a las rocas y la geología de la región. Fueron determinados cuatro tipos de condiciones de la interacción calidad de agua-roca. En un reservorio de roca volcánica basáltica el agua se clasifica como del tipo CI-SI, de muy buena calidad de baja salinidad y sodio; en un ámbito fluvial las clases de agua predominantes son del tipo C2-SI con salinidad media y bajas en sodio. En la región lacustre se encontraron aguas del tipo C3-S1. Finalmente el ambiente lacustre influenciado por hidrotermalismo, la clase de agua predominante es C3-S3, con salinidad muy alta y el peligro de sodio alto, por lo que su uso en la agricultura se debe condicionar. La correlación estadística se efectuó mediante un análisis multivariado con técnicas de componentes principales.

GEOH-4

MODELO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO COSTERO DE MANEADERO PARA DETERMINAR CONSECUENCIAS POR LA OPERACIÓN DE LA BATERÍA DE POZOS

Gil Venegas Laura Elizabeth y Vázquez González Rogelio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
minealar@hotmail.com

El estudio realizado es un modelo numérico de la zona costera del acuífero de Maneadero. El acuífero de Maneadero es una de las principales fuentes de agua para la ciudad de Ensenada y para la agricultura de la región, el acuífero está sobreexplotado por lo cual es necesario considerar nuevas alternativas para el suministro de agua. Una opción sustentable es la operación de una planta desaladora de osmosis inversa, la cual requiere de 500 lt/s para generar 250 lt/s de agua potable. Una posible fuente de alimentación es la construcción de una batería de 8 pozos en la zona costera del acuífero de Maneadero. El modelo numérico creado es interpretativo el cual nos ayuda a observar el comportamiento de los potenciales, con lo cual se determina si la construcción de pozos costeros afectará el acuífero de Maneadero, disminuyendo la disponibilidad de agua dulce en el acuífero que sirven de suministro a la ciudad y a la agricultura. También se determina el porcentaje de agua que los pozos toman de la zona costera y de la parte interna del acuífero. En los resultados que ha arrojado el modelo numérico, se observa que debido a que el acuífero está sobreexplotado y existe una importante intrusión salina, los pozos toman en mayor porcentaje agua de la zona costera. Los pozos pueden variar en su distancia de la línea de costa siendo esta no mayor a 600 m, conforme los pozos se alejan de la costa, aumenta el porcentaje de agua que aporta el acuífero para cubrir el gasto de los pozos.

GEOH-5

DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE MONITOREO PARA EL BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Núñez Hernández Elsa Yolanda¹ y Herrera Zamarrón Graciela²¹Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Comisión Nacional del Agua²Instituto de Geofísica, UNAM

elsa.nunez@conagua.gob.mx

Tradicionalmente el diseño óptimo de redes de monitoreo del agua subterránea utilizando métodos geoestadísticos se ha centrado en minimizar la incertidumbre del error de la estimación de la carga hidráulica. Sin embargo, en la práctica, frecuentemente con los datos obtenidos con este tipo de redes de monitoreo se calculan balances del agua subterránea pero una red de monitoreo óptima para estimar la carga hidráulica, no necesariamente es óptima para calcular el balance del agua. Por ese motivo, este trabajo tiene como objetivo proponer una metodología para el diseño óptimo de redes de monitoreo para el balance de aguas subterráneas. La metodología combina simulación estocástica de la carga hidráulica (con base en un modelo teórico de semivariograma obtenido a través de un análisis geoestadístico), un filtro de Kalman ensamblado y optimización. En esta plática se presentarán avances en esta investigación.

GEOH-6

PROPUESTA DE UN MÉTODO GEOESTADÍSTICO PARA LA OPTIMIZACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE REDES DE MONITOREO DE LA CARGA HIDRÁULICA

Júnez Ferreira Hugo Enrique¹ y Herrera Zamarrón Graciela²¹Programa de Doctorado en Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM

hejunez@hotmail.com

El objetivo del trabajo es proponer y probar un método para la optimización espacio-temporal de redes de monitoreo de la carga hidráulica. El método que se propone es una modificación de los propuestos por Herrera (1998) y Junes y Herrera (2005). Éste elige las posiciones y tiempos de monitoreo óptimos usando un filtro de Kalman (FK) combinado con un método de optimización. El FK requiere como entrada la matriz de covarianza del error de la estimación, ésta se deriva de un análisis geoestadístico espacio-temporal utilizando un modelo producto-suma. El método de optimización de inclusiones sucesivas se utiliza para seleccionar de forma secuencial, una a la vez, las posiciones que minimizan una función de la varianza. El método requiere de un criterio para determinar cuándo terminar el proceso secuencial, es decir, el número total de mediciones que se requieren tomar para el periodo de análisis.

El método se probó en un caso sintético utilizando un modelo numérico de flujo (MNF). El caso sintético representa a un acuífero libre con una superficie de 426 km² con una extracción anual promedio de 145 Mm³. El acuífero tiene una red de monitoreo (RM) de la carga hidráulica que consta de 38 pozos y a la que se le mide el nivel con una frecuencia de monitoreo mensual. El objetivo es escoger los pozos y tiempos de monitoreo que obtengan una estimación de la carga hidráulica en los próximos dos años en todo el acuífero con una incertidumbre equiparable a la que se tendría al utilizar la red de monitoreo actual. El análisis geoestadístico espacio-temporal (ET) se realizó con 570 datos de la RM existente (obtenidos del MNF) para el periodo 1985-1990. Este número de datos se obtuvo suponiendo que existen huecos de información, como ocurre en la realidad. Como resultado de este análisis se obtuvo un modelo teórico de semivariograma ET ajustado al semivariograma experimental. A partir de este modelo se derivó la matriz de covarianza espacio-temporal requerida por el FK. Para la optimización, la función objetivo empleada fue la suma de la varianza del error en la estimación (varianza total) en las posiciones de una malla regular que cubre todo el acuífero (109) y para 24 tiempos (uno al final de cada mes). Cada posición de muestreo ET elegida por el proceso de optimización contribuye en la reducción de la varianza en tiempos presentes y futuros.

Para determinar cuándo parar el proceso de selección para construir la RMO y su programa de monitoreo, se compararon dos criterios: 1) Cuando la varianza total no disminuye significativamente y 2) Comparar las estimaciones con diferentes subconjuntos de posiciones ET contra las estimaciones utilizando el mayor número posible de posiciones a ser incluidas en la red (912). Se concluyó que el primer criterio da mejores resultados.

GEOH-7

RED DE MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CIUDAD DE PUEBLA

Jiménez Suárez Gabriel, Teutli León Ma Maura Margarita y Pósdada Sánchez Ana Elena

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

gajizu@gmail.com

La ciudad de Puebla, capital del estado del mismo nombre está situada a 120 km al sureste de la ciudad de México y tienen una altitud media de 2160 (m.s.n.m.).

En la ciudad de Puebla en varios pozos de extracción de agua potable se ha presentado la disminución de su caudal, debido a la obstrucción de las ranuras del ademe por incrustación, lo cual se ha observado mediante videos. En total 9 pozos se han tenido que sacar de funcionamiento debido a su bajo caudal. Otros 17 están en proceso de reposición debido al colapso de su ademe o por otras causas, en total suman 26 pozos que están fuera de operación.

Para estudiar este problema se pretende diseñar una red de monitoreo del agua subterránea para detectar el incremento de los iones que favorecen la incrustación y corrosión del ademe.

La metodología que se pretende aplicar y adaptar para la red de monitoreo en la ciudad de Puebla es la propuesta por la Dra. Graciela Herrera Zamarrón investigadora del Instituto de Geofísica de la UNAM.

En algunos pozos muy cercanos entre sí, se ha presentado la disminución de su caudal y en otros no, los análisis preliminares de la composición química del agua indica una diferencia en la concentración de algunos iones como la dureza total, hierro y manganeso. Dichos elementos están asociados a la incrustación y corrosión del ademe de acero. Esta diferencia posiblemente se debe a que el agua subterránea pertenece a distintos sistemas de flujo, locales, intermedios y regionales. Los pozos más profundos lógicamente acceden a sistemas de flujo intermedio y regional con mayor tiempo de residencia y recorrido, y por lo tanto, tienen mayor concentración de iones disueltos.

Según la literatura, tres son las causas principales de incrustación en los pozos, química, biológica y electrofísica. La corrosión de metales activos, como el hierro o el acero, en medio acuoso, se puede originar por el efecto electrofísico debido a la presencia de áreas anódicas y catódicas en la superficie del metal. El flujo electrónico de ánodo a cátodo da lugar a la corrosión por solubilización del hierro y a la formación de tubérculos por precipitación de óxidos e hidróxidos en el ánodo.

La información que se tiene acerca del sistema acuífero del Valle de Puebla para la solución del problema, es la geología regional, análisis químicos de quince años a la fecha en más de cincuenta pozos, modelo de flujo y de transporte, el cual fue realizado por el primer autor de este trabajo.

Como primera acción para estudiar la pérdida de caudal de los pozos es examinar físicamente los ademes, analizar las incrustaciones, los datos relevantes son: profundidad del pozo y del nivel freático, columna lito-estratigráfica, química del agua subterránea, sistemas de flujo que abastecen al pozo.

GEOH-8

ORIGEN DEL LITIO Y DEL POTASIO E IMPACTO HIDROGEOLOGICO AMBIENTAL

Nájera Garza Jesús

Consultor Profesional en Hidrogeología Isotópica Regional

jng1207@gmail.com

El origen e impacto hidrogeológico ambiental de los yacimientos de Litio y Potasio en las Lagunas hipersalinas de La Salada, Municipio de Río Grande, en la región Central del Estado de Zacatecas; y Santa Clara y San José Caligüey, Municipio de Sto. Domingo, en el Noroeste de San Luis Potosí, se considera, preliminarmente, como de un ambiente parcialmente hidrotermal (@ 6 km profundidad) y totalmente sin relación directa, con la recarga hidrogeológica regional, de los acuíferos de agua dulce de las Cuencas de Calera, Guadalupe-Lampotal y El Bordo-Chaparrosa (Cuenca Chupaderos, CNA). Similar a la mineralización en el Distrito Fresnillo, formada a partir de un gran sistema hidrotermal magmático, entre 32 y 28 Ma (millones de años). Pero localizado en una estructura de fosa tectónica, con flujo de calor profundo (@ 6 km, bajo la superficie), con orientación NW-SE; en la que se han lixiviado, de rocas ígneas ácidas y sedimentarias halófilas marinas, los elementos químicos Litio(Li), Potasio(K), Boro(B), Magnesio(Mg), Cloro(Cl), Azufre(S) y otros elementos traza. Por lo tanto, la trayectoria de su solución en agua subterránea, es profunda,--como la mineralización en el Distrito de Fresnillo-- y que se recarga en áreas distantes de su afloramiento; y por debajo de los acuíferos superiores, de agua dulce. Esta condición hidrogeológica inhibe la mezcla entre estos tipos de agua, lo que se evidencia por las diversas y contrastantes calidades y diferentes composiciones y parámetros físico-químicos en los dos tipos de acuíferos. Nuestros análisis de isótopos ambientales radioactivos naturales de Tritio (T ó 3H) y estables de Cloro (37Cl) y (35Cl), Deuterio (2H), de Oxígeno (18O) y Carbono (13C); indican que se han concentrado esencialmente, por la intensa evaporación en las lagunas

ahora hipersalinas; y muy probablemente, indican que la recarga proviene desde zonas distantes, localizadas en las sierras altas del norte del Estado de Zacatecas—donde llueve mucho más que en las planicies, y de las rocas volcánicas ácidas de la Sierra Madre Occidental. Las posibilidades de impacto hidrogeológico por asentamientos y/o grietas, no es atribuible a la extracción del agua subterránea hipersalina; pues NO hay correlación hidrogeológica importante, entre los elementos químicos del subsuelo de los yacimientos de Litio, Boro, Potasio, Magnesio y otros elementos traza y los contenidos en los acuíferos superiores de agua dulce; separados y delimitados por un sistema de fallas profundas, de tipo normal, que inhibe el flujo continuo del agua subterránea entre sí. Por lo que no es razonable considerar a las áreas de estas lagunas, como zonas de recarga de los acuíferos regionales de agua dulce. Nuestros datos de isótopos ambientales corroboran que, muy posiblemente, las áreas de recarga del agua subterránea de las Cuencas Hidrogeológicas Regionales, se localizan en las sierras altas del norte del Estado; y, muy probablemente, también en partes altas de la Sierra Madre Occidental.

GEOH-9

MOVILIDAD DEL URANIO BASADO EN LA HIDROGEOQUÍMICA DE SAN MARCOS, CHIHUAHUA, MÉXICO

Burillo Montúfar Juan Carlos¹, Reyes Cortés Manuel², Reyes Cortés Ignacio², Espino Valdés María Socorro², Benavides Montoya Alejandro¹, Montero Cabrera María Elena¹ y Nevárez Ronquillo Diana Pamela¹

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua
jcburillo@yahoo.com.mx

Se determinaron las concentraciones de Uranio (U) y elementos disueltos en 21 muestras de agua de norias, pozos y del río San Marcos, cercanas a los yacimientos naturales de uranio: Victorino y San Marcos 1, al noroeste de la ciudad de Chihuahua, México. La composición no cambió en general en épocas de estiaje, lluvia y post-lluvia, pero las concentraciones de iones de U y Sólidos Disueltos Totales (SDT) aumentaron en la época de estiaje. Las concentraciones de elementos tales como As y F fueron más altas en época de post-lluvia. El hecho de que las concentraciones de U y SDT aumente en época de estiaje parece estar relacionado con la intensidad de los procesos de interacción roca-agua. En contraste el aumento en las concentraciones de As y F parece relacionarse a una condición de mayor flujo de agua.

En 5 pozos o norias, las muestras de agua presentaron concentraciones de As y F que exceden los límites permisibles mexicanos para consumo humano (As>25 µg/L y F>1.5 mg/L). Las concentraciones más altas fueron observadas en época de post-lluvia y pueden deberse a la disolución de minerales como arsenopirita y fluorita de la cuenca.

En 6 pozos o norias, las muestras de agua presentaron concentraciones de U por arriba de 0.200 Bq/L, repitiéndose este comportamiento de una temporada a otra. Puede deberse a la disolución del ión uranilo arrastrado desde la zona de los yacimientos y depositado subterráneamente en abanicos aluviales sobre superficies de lentes arcillo-arenosas.

Las concentraciones de Radio y Radón aumentaron en temporada de estiaje y disminuyeron en la de lluvia; en 5 pozos o norias la concentración de Ra-226 fue mayor a 0.200 Bq/L, mientras que en Rn-222 fluctuó entre 3 y 71 Bq/L.

Se presenta un modelo conceptual hidrogeoquímico que explica la dispersión del uranio y la radiactividad del agua del Río Sacramento Norte. El origen hidrogeológico de la radiactividad en Chihuahua comprende con seguridad a los yacimientos de San Marcos. El agua y el material suspendido transportan el uranio hasta las zonas de reducción en la cuenca de Chihuahua y el uranio precipitado puede redisolverse con el flujo de agua oxidada.

GEOH-10

ORIGIN, BEHAVIOR AND CONTROLS OF ARSENIC IN THE HYDRAULIC SYSTEM MATEHUALA-CERRITO BLANCO IN SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Martínez Villegas Nadia¹, Briones Gallardo Roberto², Ramos Leal José Alfredo¹, Morán Ramírez Janete¹ y Razo Flores Elías³

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²Facultad de Ingeniería, Instituto de Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

³División de Ciencias Ambientales, IPICYT

nadia.martinez@ipicyt.edu.mx

Water from the Matehuala-Cerrito Blanco hydraulic system was studied over a year period to determine origin and spatial and temporal variations in As concentrations as well as the processes that control arsenic mobility. Water samples taken on a monthly basis along the hydraulic system were analyzed for total arsenic, pH, inorganic carbon, major cations and anions, and trace metals. Possible sources of arsenic contamination are arsenic contaminated water released from a copper mine upland, dissolution of metal arsenate salts left behind in bare soil in an abandoned smelter nearby, and dissolution of arsenopyrite deposited on the bed hydraulic system by water and/or air from

tailings dumps located in the area. Arsenic concentrations varied temporally between 5000 µg/L and 200000 µg/L according to a three step characteristic period over the year study and decreased spatially as pH increased (from 6.5 to 8.5) and inorganic carbon decreased (from 43 to 32 mg/L). Pharmacolite (CaHAsO₄·2H₂O) precipitation was identified as the mechanism of control on the mobility of arsenic. It is believed pharmacolite cocrystallizes with calcite in this system. Despite natural arsenic precipitation, it is estimated 4 tons of arsenic are being released to the environment via this hydraulic system each year.

GEOH-11

CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA DE LA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Calva Hernández David y Cardona Antonio
Facultad de Ingeniería, UASLP
davidch85@gmail.com

La ubicación geográfica y la fisiografía del estado de San Luis Potosí, le confieren una gran heterogeneidad en la distribución espacial y temporal de la precipitación. Las regiones Altiplano y San Luis, cuya precipitación anual es baja, contrasta con las regiones Media y Huasteca, que son beneficiadas directamente por las masas de aire húmedo provenientes del Golfo de México. En junio del 2008, se estableció una red de monitoreo de isótopos ambientales (deuterio, tritio y oxígeno-18) en la precipitación del estado de San Luis Potosí. Actualmente se cuenta con los datos de muestras mensuales del periodo de junio de 2008 a octubre de 2009. El valor del promedio aritmético para la región Altiplano es, 2.6 ± 0.4 UT, -51.6 ‰ de #2H y -7.9 ‰ de #18O, obtenidos de las 2 estaciones ubicadas en Venado y Matehuala. En la región San Luis se tienen 3 estaciones (San Luis, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Arriaga), los valores promedio para esta región son: 2.3 ± 0.3 UT, -75.0 ‰ de #2H y -10.7 ‰ de #18O. En la región Media del estado se tienen instaladas 3 estaciones (Cerritos, Sierra de Álvarez y Río Verde) cuyos valores isotópicos promedio son: 2.2 ± 0.3 UT, -48.3 ‰ de #2H y -7.9 ‰ de #18O. En la región Huasteca se han instalado 2 estaciones, en los municipios de Ciudad Valles y Tamasopo respectivamente, esta región presenta los valores promedio más pesados de #2H y #18O (-28.1 ‰ y -5.3 ‰ respectivamente), mientras que el valor promedio de 3H es de 2.4 ± 0.3 UT. La relación existente entre la elevación de cada región y su valor de #2H y #18O, confirma que el gradiente de altitud en la vertiente del Golfo de México de la Sierra Madre Oriental, tiene un efecto sobre la concentración isotópica. En general, los valores de #2H y #18O en las regiones del estado, muestran un efecto de estacionalidad, representado por la mayor concentración de isótopos pesados en octubre con respecto a los valores del mes de junio, lo que sugiere un diferente origen de las masas de aire húmedo que se internan en el territorio estatal. La ecuación que representa la línea meteorológica local de cada una de las 4 regiones del estado, así como la estatal serán presentadas. Valores de 3H muy bajos se presentan en la precipitación (promedio 2.4 ± 0.3UT), lo que sugiere que en esta región del país los efectos de las pruebas termonucleares de los 1950's y 1960's se han atenuado y que las masas de aire húmedo se originan en latitudes bajas.

GEOH-12 CARTEL

DISEÑO ÓPTIMO DE UNA RED PIEZOMÉTRICA

De la Rosa Sarmiento Isela Coral¹, Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹ y Herrera Zamarrón Graciela²

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM

marifer_26@hotmail.com

A diferencia de los recursos hídricos superficiales el flujo de agua subterránea es en general muy lento. Los cambios tanto de la disponibilidad como la calidad son procesos que toman largos periodos. Por ello la definición de una adecuada red de monitoreo, ajustada a los usos potenciales y herramienta de control, es de gran importancia para la gestión de los recursos hídricos subterráneos. En los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, la extracción de agua subterránea es a través de pozos "profundos" (generalmente menores de 90 m) y tipo noria. De los cuales se ha obtenido información sobre algunas características hidrogeológicas del acuífero. Sin embargo esta información en algunos casos suele ser escasa, redundante y discontinua, es decir, no existen sitios ni frecuencias de muestreo constantes, que permitan evaluar el comportamiento y calidad del agua subterránea de este acuífero. La estrategia espacial de localización de las estaciones de muestreo es tan relevante como la definición de parámetros, variables y frecuencia de monitoreo.

El objetivo del presente trabajo es diseñar una red de monitoreo piezométrica de este acuífero con la finalidad de analizar el impacto regional sobre los abatimientos del acuífero en función a los pocos de extracción presentes.

La metodología utilizada se basa en la combinación de métodos hidrogeológicos, geoestadísticos y probabilísticos. Para el diseño de la red de monitoreo piezométrica se utilizó una malla con un ancho de celda de 500x500

metros, con el método Kriging para la elaboración de malla. Se consideraron puntos de estimación (E) a los nodos de la malla y puntos de muestreo a los pozos. Se analizaron 332 mediciones de la piezometría registradas en el año 2004.

Los resultados obtenidos del análisis geoestadístico arrojaron un ajuste de semivariograma experimental con un modelo teórico de tipo gaussiano.

GEOH-13 CARTEL

EXPLORACIÓN HIDROLÓGICA APLICANDO SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES, SISMOLOGÍA DE REFRACCIÓN Y MODELADO PETROFÍSICO EN CUBA LIBRE, GUERRERO

Reyes Benítez Samuel Santos¹, Campos Cajero Edgar¹,
Delgado Rodríguez Omar² y Salazar Peña Leobardo¹

¹ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN

²Instituto Mexicano del Petróleo
pijulburro@hotmail.com

La comisaría de Cuba Libre Guerrero, se ubica en la zona conocida como de la Montaña de Guerrero, en las cercanías de Tlapa de Comofort. Depende del agua que se recolecta por escorrentía superficial, que tiene sus mejores aportes durante el tiempo de lluvia. En otra temporada distinta, la población sufre del abastecimiento del vital líquido. Por ello los representantes del comité de agua, asistieron al IPN, para solicitar el servicio social de exploración de agua subterránea.

La exploración se realizó aplicando la combinación de los métodos de refracción, sondeos eléctricos verticales y modelado de laboratorio petrofísico. Con el método de refracción, se dedujo la estructura del subsuelo asociada con las zonas de escorrentía. El método eléctrico contribuyó a localizar las zonas de saturación de agua subterránea. El modelado petrofísico contribuyó con el análisis de muestras del subsuelo recolectadas en la zona.

En un total de 3 sitios explorados, se localizó el agua subterránea a 6 m, 12 m y 11 m. Con el modelado petrofísico y las pruebas de laboratorio, se logró deducir la resistividad de muestras de suelo, salinidad en muestras de agua, porcentaje de arcilla, porosidad y permeabilidad.

Con la integración de datos y la geología de la zona, se deduce que las capas superiores a no más de 12 m de profundidad, son las capas permeables que permiten el paso de agua subterránea por infiltración y escorrentía. La primera capa posee velocidad $V_p = 390 \text{ a } 610 \text{ m/s}$, resistividad de $38 \text{ a } 250 \text{ Ohm-metro}$, profundidades de 3 a 6 m y está representada por sedimentos sin consolidar. Enseguida una capa con $V_p = 1100 - 1400 \text{ m/s}$ y resistividades de $20 \text{ a } 38 \text{ Ohm-metro}$, profundidades de 6 a 12 m y está representada por areniscas con cuarzo. Por debajo, una capa con profundidad promedio de 12 m, representada por lutitas calcáreas, que se suponen funcionan como capa de migración de agua subterránea. Debido a las condiciones morfológicas, se recomendó construir retenedores de agua para almacenar y abastecer a los habitantes del poblado.

GEOH-14 CARTEL

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISIográficos DE LA CUENCA DE VALLES CENTRALES DE OAXACA, A PARTIR DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Villarreal Hernández Diana Rocio¹, Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹, Ladrón de Guevara Torres María de los Ángeles¹ y Campos Enríquez José Oscar²

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM

dianasmile_villarreal@hotmail.com

Partiendo de que una cuenca se define como un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o materiales sólidos transportados convergen en un punto espacial único llamado desembocadura o exutorio, su estudio adquiere gran importancia ante la crisis ecológica que se vive a nivel mundial. Por lo que una planeación en el aprovechamiento en los recursos naturales y medios productivos es fundamental, más aun si en ésta interactúa el ser humano con el medio que lo rodea, lo que permiten medir la interacción entre la actividad humana y los recursos naturales. En años anteriores los parámetros fisiográficos de una cuenca se adquirían de forma manual, ahora con los avances tecnológicos en el área de Sistemas de Información Geográfica (SIG) éstos pueden obtenerse de forma más rápida, lo que permite reducir el tiempo en el cálculo y tener mayor precisión y control en los mismos, lo que lo ha convertido a los SIG's en una herramienta importante.

En este trabajo se presentan resultados preliminares de un estudio realizado en los valles centrales de Oaxaca, cuya cuenca es tipo exorreica desembocando en el Río Atoyac, utilizando un procesado de imágenes mediante la utilización del SIG Idrisi Taiga y el modelo digital de elevación para la obtención de los parámetros físicos de dicha cuenca. La superficie es de 3727 km² con lo

que se determinó que es una cuenca considerada como grande, perímetro de 477 km, longitud del río principal 144 km, coeficiente de compacidad de 2.2 lo que permitió conocer que la cuenca es de forma alargada, la pendiente media de la cuenca de 10.89 grados y en porcentaje de 19.84, este último parámetro permite conocer la velocidad del flujo del agua e interviene en el tiempo en el cual la red de drenaje llega a el punto de exutorio. Esta información sirvió de base para realizar un estudio de cambio de uso de suelo en un periodo de 15 años identificando 5 tipos de cobertura (bosque, agricultura, agua, zona urbana y suelo desnudo). Se identificó que las condiciones del tipo de cobertura determinan el flujo de agua, lo que repercute principalmente en el ciclo hidrológico por cambios originados principalmente por las actividades humanas que provocan la disminución en la infiltración y el aumento en la evapotranspiración, originando con esto el aumento de la escorrentía superficial principalmente aguas abajo perturbando las actividades económicas y los bienes y servicios que ésta aporta.

GEOH-15 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS NORIAS EN LA COMUNIDAD MAGDALENA CUAYUCATEPEC, PUEBLA

Cid Villegas Gonzalo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gozalo21xy@hotmail.com

La comunidad de la Magdalena Cuayucatepec se ubica a 110 km. al sureste de la ciudad de Puebla, cuenta con una población de más de 10 000 mil habitantes. Debido a la carencia de agua potable de gran mayoría de los pobladores, se han visto en la necesidad de perforar norias dentro de sus domicilios para satisfacerse del vital líquido, no obstante debido a los descensos de los niveles en el agua subterránea, estas norias son susceptibles a ser obsoletas en un tiempo no muy lejano. El objetivo de este trabajo es determinar cuanto tiempo de vida útil les queda a estas norias, además de plantear algunas soluciones a los problemas que se avecinen, esto a través de censos de aprovechamientos subterráneos, estudios hidrogeológicos y geofísicos como geoelectrónicos y aeromagnéticos.

GEOH-16 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ENTORNO DE LA CIUDAD DE LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO, PARA LA "SIEMBRA" DE AGUA DE LLUVIA

Martínez Reyes Juventino¹, Mitre Salazar Luis Miguel¹ y Moctezuma Martínez Martina²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato
jmr@geociencias.unam.mx

Las fuentes de abastecimiento de agua potable para la ciudad de León, Gto. son casi en su totalidad fuentes subterráneas. Pero aquí como en muchas regiones, la sobreexplotación de los mantos acuíferos conlleva a su lento pero inexorable agotamiento. Para paliar los efectos presentes y futuros de esa problemática se llevan a cabo estudios enfocados a inducir el agua superficial hacia el subsuelo. Estos estudios se realizan mediante un convenio de colaboración entre la autoridad municipal a través del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) y la UNAM a través del Centro de Geociencias. Se trata de un proyecto multidisciplinario que enfoca el conocimiento de las condiciones geohidrológicas del entorno de la ciudad de León, con el propósito de localizar las zonas con las propiedades más favorables para la "siembra" de agua de lluvia. En ese entorno confluyen tres entidades morfotectónicas diferentes: la vertiente suroccidental de la Sierra de Guanajuato, la parte nororiental de Los Altos de Jalisco y la terminación noroccidental de El Bajío. La estratigrafía está representada por formaciones mesozoicas y cenozoicas de varios tipos, afectadas en diferentes épocas geológicas por deformaciones tectónicas de diversa índole. El Bajío, que encierra en el subsuelo los acuíferos de la región, manifiesta una configuración estructural de pilares y fosas tectónicas, estas últimas con un relleno post-Mioceno que puede alcanzar varios cientos de metros de espesor, de acuerdo a los registros litológicos de algunos pozos. El agua subterránea que se extrae actualmente para abastecer a la ciudad de León proviene de esas fosas, mayormente el agua contenida en dos formaciones granulares cenozoicas, representadas respectivamente por depósitos lacustres del Mioceno medio y materiales fluvio-lacustres acumulados desde el Mioceno tardío hasta el Actual. Las formaciones mesozoicas representan el basamento regional y constituyen también el basamento hidrológico en el subsuelo de El Bajío. El análisis de la información hasta ahora obtenida sugiere que las zonas con las mejores condiciones geohidrológicas para la "siembra" del agua de lluvia se localizan al pie de la vertiente suroccidental de la Sierra de Guanajuato. Sobre esta vertiente que domina topográficamente la planicie de El Bajío, descienden las principales corrientes superficiales que la irrigan, representando así una importante zona de recarga de los acuíferos de la región, tanto superficial como subterránea. Las zonas sugeridas corresponden a las trazas de las fallas de los diferentes sistemas estructurales que cruzan el área, a través de las cuales se puede inducir, mediante obras civiles, el agua superficial hacia el subsuelo. De esta manera el agua de lluvia podría alcanzar y recargar artificialmente las formaciones granulares que actualmente representan las principales fuentes

de abastecimiento de agua potable para la ciudad de León, contribuyendo al mismo tiempo a la prevención de la compleja problemática que genera la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

GEOH-17 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOHIDROLOGÍA EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Royo Ochoa Miguel¹, Chávez Aguirre Rafael¹, Gutiérrez Armendariz Eric¹, Martínez Leyva Pedro¹, Pinales Munguía Adán¹, Villalba Ma. Lourdes¹, Espino Valdés María Socorro¹, De la Garza Aguilar Rodrigo¹, Colmenero Sujo Luis H.², Royo León Miguel¹, Alva Valdivia Luis³, Urrutia Fucugauchi Jaime³ y González Rangel José Antonio³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

²Instituto Tecnológico de Chihuahua II

³Instituto de Geofísica, UNAM

mroyo@uach.mx

El área de estudio se ubica en la porción noroeste del estado de Chihuahua, donde colinda con los Estados Unidos de Norteamérica, fisiográficamente pertenece a la provincia de Cuencas y Sierras, en esta área se localizan los acuíferos de Los Moscos y Josefa Ortiz de Domínguez, estos acuíferos resultan colindantes, la porción norte del parteaguas oriental de Los Moscos, es el parteaguas occidental del acuífero Josefa Ortiz de Domínguez.

La estratigrafía del área en la que ocurren los acuíferos de Los Moscos y Josefa Ortiz de Domínguez se define por varias unidades litológicas con características texturales y estructurales, y que van en edad desde el Paleozoico Superior hasta el Cuaternario.

Las rocas sedimentarias del Carbonífero – Pérmico Inferior, comprenden las siguientes unidades estratigráficas en los dos acuíferos: Grupo Gila, Grupo Escabrosa y la Formación Paradise, Formación Horquilla, Grupo Hueco, Formación Concha. Estas unidades no fueron diferenciadas en el estudio pues esto estaba fuera del objetivo del trabajo.

En las rocas sedimentarias del Mesozoico-Cretácico Inferior se pudieron identificar las siguientes unidades estratigráficas en los dos acuíferos: Cuchillo, Coyame, Benigno, Aurora. De la misma manera que las unidades del Paleozoico, no fueron diferenciadas en el estudio pues esto también estaba fuera del objetivo del trabajo.

El Acuífero Los Moscos comprende un medio sedimentario continental aluvial de relleno que puede alcanzar un moderado espesor, el cual, debido al tipo de ambiente, presentará características heterogéneas en cuanto a porosidad y permeabilidad, pues como se sabe, las facies sedimentarias involucradas en este ambiente son variadas y son muy contrastantes en el aspecto granulométrico. Se definieron cinco unidades hidroestratigráficas de acuerdo con su comportamiento hidrológico subterráneo, porosidad y permeabilidad, van de la más antigua al a la más reciente, pero solo las unidades tres, cuatro y cinco constituyen el acuífero Los Moscos

El Acuífero Josefa Ortiz de Domínguez Comprende un medio sedimentario continental aluvial de relleno de valle que puede alcanzar un moderado espesor, el cual, hacia la porción oriental del acuífero se intercala con los basaltos del campo volcánico de Palomas, dando lugar a un acuífero de alta permeabilidad. Fueron definidas cinco unidades hidroestratigráficas, donde las unidades tres, cuatro y cinco, constituyen el acuífero de la zona.

GEOH-18 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROGEOQUÍMICA DE LA PORCIÓN ORIENTE DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

Castellanos Nava Paulina, Domínguez Mariani Eloisa, Esteller Alberich María Vicenta y Expósito Castillo José Luis

Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería, UAEM
paulinaiq@hotmail.com

El acuífero del Valle de Toluca, se localiza en la Cuenca Alta del Río Lerma, localizada en la porción central del Estado de México. El acuífero del Valle de Toluca se encuentra sometido a una intensa explotación debido a que es fuente de agua potable tanto para la ciudad de Toluca como para una porción importante de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se ubica en este valle, la red de pozos del Sistema Lerma, diseñada y construida con la finalidad de abastecer de agua a una importante porción de la Ciudad de México. Lo anterior ha traído como consecuencia descensos en los niveles piezométricos y, la desaparición o disminución de los caudales de manantiales.

La presente investigación, tiene como finalidad establecer la hidrodinámica de las cargas hidráulicas y la hidrogeoquímica del acuífero el Valle de Toluca en su porción oriente y establecer el modelo de funcionamiento hidrogeológico e hidrogeoquímico. En cuanto a la hidrogeoquímica se plantea la caracterización del agua subterránea a fin de conocer, identificar y distinguir los procesos hidrogeoquímicos que participan.

La metodología consistió en el análisis de información histórica de niveles piezométricos en el periodo 1968-2009 de CNA así como de pozos mediante la implementación de un SIG el software ArcGIS 9 (versión 9.3). Para el análisis hidrogeoquímico se tomaron muestras de agua de pozos (tanto de la Red del Sistema Lerma como de privados y municipales), piezómetros y manantiales. Se midieron los siguientes parámetros in situ: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, y alcalinidad, así mismo, se determinaron en campo por métodos colorimétricos, NO₂⁻, NO₃⁻, y NH₄⁺. Mientras que en laboratorio se determinaron Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ Cl⁻, SO₄²⁻, Li⁺ y (SiO₂).

Para el tratamiento de los datos de campo y de laboratorio se utilizaron Diagramas de X-Y, Piper, y Stiff, la configuración de isóneas de igual concentración, así como el uso del software PHREEQC. Resultados preliminares indican que la dirección del flujo subterráneo proviene principalmente de la Sierra de las Cruces y que es interceptado por la red de pozos del Sistema Lerma, además, se obtuvo que el tipo de agua es bicarbonatada-cálcica-magnésica con valores bajos de conductividad eléctrica.

GEOH-19 CARTEL

MODELADO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ETLA, OAXACA USANDO EL MEF PARA LA DISCRETIZACIÓN

Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹, Cabrera Estupiñán Erick² y Campos Enríquez José Oscar³

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN

²CUJAE_CIH La Habana, Cuba

³Instituto de Geofísica, UNAM

sbelmont@prodigy.net.mx

El valle de ETLA es uno de los tres que conforman el sistema acuífero de los valles centrales de Oaxaca. Está limitado al oeste por la falla de Huitzo y al este por la falla de Oaxaca. El acuífero es básicamente tipo libre y espesor de 20 a 100 m en la zona más profunda. Está constituido por depósitos granulares que rellenan una fosa de origen tectónico cuyo basamento geohidrológico corresponde a rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño.

La recarga es a través de rocas fracturadas que rodean el valle y principalmente de la infiltración de la lluvia y el río Atoyac.

Se han realizado varios estudios por lo que se cuenta con información de la geometría del acuífero, propiedades geohidrológicas como transmisividad, porosidad, conductividad hidráulica, entre otras, y datos piezométricos históricos de más de 25 años.

El trabajo consistió en considerar la cuenca hidrográfica y no solamente el valle (parte semiplana) ya que son zonas que contribuyen a la recarga, siendo el perímetro de geometría irregular. El acuífero se discretizó espacialmente con una malla que utiliza el triángulo cuadrático utilizando una herramienta de un SIG denominada AQTRIGEO. El triángulo cuadrático tiene como principal diferencia con su semejante lineal que utiliza en el cálculo no sólo los nodos que se encuentran en sus vértices, sino que también utiliza los nodos ubicados en el punto medio de cada uno de los lados que forman el triángulo.

Se usó el software AQUIMPE que permite hacer el modelado bidimensional de flujo en estado impermanente. Con esta herramienta se espera en esta etapa y una vez calibrado el modelo, proponer entre otras acciones sitios de recarga al acuífero y zonas de protección para evitar continúen los descensos en los niveles piezométricos cuyos valores se han encontrado hasta de 30 m en la parte central de este valle.