

Sesión Regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:

Rogelio Vázquez González

Janete Moran Ramírez

Eliseo Hernández

Héctor López Loera

Edgar Mendoza

GEOH-1

EXPLORACIÓN POR AGUA POTABLE EN ACUÍFEROS PROFUNDOS EN EL MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN

Masuch Oesterreich Dirk¹, Garza García Rafael², Yutsis Vsevolod³, Krivosheya Konstantin y Jenchen Uwe¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Perforaciones Garza, Linares

³División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
gis@fct.uanl.mx

En el Mayo del 2008, el Departamento de Obras Públicas del Municipio de Galeana, Nuevo León, ha lanzado una campaña de exploración por pozos de agua potable en aquellos ejidos dentro de su área administrativo que padecen de acceso al líquido. Partes de la población ejidal reciben su agua para el consumo humano de pipas que provee la administración del municipio.

Reglamentos requieren la realización de un estudio geocientífico con el fin de determinar el punto de la perforación del nuevo pozo, de esta manera tratando de reducir el riesgo de pozos fallidos.

El área en donde se llevaron a cabo los estudios se encuentra en el cinturón plegado de la Sierra Madre Oriental dentro de estructuras anticlinales laramídicas orientadas noroeste-sureste, a alturas entre 1800 y 2300 metros. La columna estratigráfica alcanza las formaciones del Jurásico Superior (Oxfordiano) hasta el Cretácico Superior (Maastrichtiano), incluyendo amplios valles compuestos de sedimentos aluviales y lacustres no consolidados.

Aunque en cada caso el punto del nuevo pozo no puede ser ubicado fuera del perímetro del respectivo ejido (lo cual implica una restricción considerable con respecto a alternativas), los estudios deben de considerar el sistema regional del flujo. Comúnmente, un estudio lleva tres a cinco días, integrando la fointerpretación, mapas geológicos existentes, censos de pozos y de manifestaciones de agua, cuestionamiento de la población, levantamientos geológicos detallados, y sondeos eléctricos cuando están factibles.

El modelo de exploración empleado se enfoca en el entendimiento de la posición estructural de los pozos a perforar en relación con los acuíferos. Siempre y cuando fue posible, se dio preferencia a pozos dentro de la formación Cupido en posición de los flancos de los pliegues, perforando sobre puertos de erosión fluvial que indican fracturas profundas, configuración que no se presentaba en todos los ejidos. Factores limitantes para la selección de los sitios fueron una posición estructural desfavorable, la falta de presencia de una formación acuífera, y la inaccesibilidad de un punto factible por cuestiones de morfología.

Hasta la fecha, se han perforado 16 pozos a profundidades entre 150 y 340 metros, con 11 pozos (69 %) que rinden una satisfactoria cantidad de agua y que cumplen con la calidad requerida por la norma NOM-123-SSA1-1994.

Pozos exitosos se han perforado en las formaciones Cupido (3), Aurora con terminación en la formación Cupido (3), Taraises (2), en sedimentos lacustres (2) y en sedimentos aluviales (1). Los gastos varían entre < 1 lps (formación Taraises) hasta > 10 lps (formación Cupido), con mayor rendimiento en la facies arrecifal de la formación Cupido. Los niveles estáticos fueron alcanzados a profundidades entre 34 y 298 metros, con la mayoría de los niveles a profundidades entre 125 y 238 metros.

Pozos fallidos en el sentido de que hasta la profundidad autorizada no alcanzaron el nivel estático se encuentran en las formaciones Zuloaga (2) y Cupido (3). Un pozo en la formación Taraises produjo agua con un total de iones disueltos por encima de la norma.

GEOH-2

ORIGEN DE LA VULNERABILIDAD HÍDRICA EN ZONAS ÁRIDAS DEL ALTIPLANO POTOSINO: ACUÍFERO "EL BARRIL", SAN LUIS POTOSÍ

Rizo Fernández Zenón¹ y Ramos Leal José Alfredo²

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.
ilegalzrf2012@gmail.com

Actualmente, y desde hace algunos años, la escasez de agua en el mundo, ha dado pauta para clasificar el agua como un recurso no renovable ya que se creía lo contrario. En el caso de México es considerado prioridad nacional. Factores como la deforestación, el cambio de uso de suelo, desarrollo urbano no planificado y en la última década los efectos del cambio climático; son algunos elementos que obstaculizan y afectan el ciclo del agua. Por lo tanto, la identificación, disponibilidad en cantidad y calidad del agua, son características principales para determinar el uso de este recurso natural. Bajo este respecto, en la parte noroccidental del estado de San Luis Potosí se localiza el acuífero "El Barril" que lo conforman parte de los municipios de Salinas, Santo Domingo y Villa de Ramos; dicho acuífero pertenece a la Región Hidrológica No 37 denominada como El Salado. Geológicamente, en la parte inferior de la estratigrafía de la zona, se identifican rocas sedimentarias compuestas por calizas arcillosas con lutitas calcáreas en ocasiones con abundantes lentes de pedernal negro y alternancias de lutitas y areniscas

calcáreas denominadas como las Formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol; del periodo Cretácico. Al sureste de la zona, estas rocas son afectadas por rocas ígneas intrusivas de composición granítica, del periodo Terciario. También se presentan rocas volcánicas como riolitas, brechas y tobas; así como, depósitos continentales. Para el periodo Cuaternario, hacia la parte superficial, se presentan conglomerados de fragmentos de caliza, pedernal negro, arenisca, tobas. También rocas basálticas y depósitos aluviales. Por otro lado, el clima de la zona se caracteriza por ser semidesértico, donde la temperatura promedio mínima y máxima varía de 5 - 38 °C anualmente; además, la precipitación media anual en la zona varía entre 125 - 315.8 mm. Otro parámetro es la evaporación potencial media anual que presenta un valor de 1896.9 mm. Dadas las condiciones geológicas y climáticas de la zona que dificultan la presencia y almacenamiento del recurso hídrico, este lugar se puede considerar con cierto grado de vulnerabilidad hídrica. El objetivo de este trabajo es conocer las características hidrogeológicas de dicho acuífero realizando, en primera instancia, una campaña de muestreo en pozos para determinar el tipo y la calidad del agua presente en la zona; así como, realizar sondeos eléctricos verticales (SEV) para determinar las dimensiones y la disposición de las unidades geológicas del acuífero.

GEOH-3

LA IMPORTANCIA DE LOS ACUÍFEROS EN ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS EN LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE HIDALGO

Arias Paz Alberto, Méndez Sosa Diana Itzel y Juárez de León Carlos Rufino

División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM

ariaspaz@unam.mx

En la Porción central del estado de Hidalgo, al nororiente de la Ciudad de Tula, un extenso depósito de coladas volcánicas, cubiertas por material granular de origen piroclástico, es receptora del agua de lluvia que ocurren de una distante zona de recarga. El agua recibida sobre esta amplia superficie se infiltra a través de un denso sistema de fracturas generando una recarga con movimiento preponderantemente vertical; al descender topográficamente atravesando el espesor de los derrames y al encontrarse con los depósitos granulares, por contraste de permeabilidades, el movimiento se convierte en horizontal, después de haber recorrido algunos kilómetros y haber permanecido algún tiempo dentro de las coladas. Al encontrar el agua las últimas porciones de los derrames lávicos y al interceptar éstos con un sistema de fallas y fracturas, ocurren manantiales todos ellos alineados bajo un control estructural bien.

Algunas de las descargas naturales presentan termalismo y se localizan, principalmente sobre los lineamientos estructurales. Uno de los más caudalosos, aunque no es termal, es el Manantial cerrito Colorado que alcanza los 600 lps los cuales abastecen de agua potable a diversos poblados. Otros manantiales, descargan directamente en el Río Tula, no antes de ser utilizados para fines recreativos.

El Grupo de Hidrogeología de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, llevó a cabo una investigación para la CFE con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad acuífera en cuyos resultados resalta la presencia de los derrames volcánicos en cuestión.

Es importante mencionar que el área de estudio funciona con un modelo hidrogeológico formado por dos acuíferos uno somero y otro profundo, que fluye subterráneamente de sur a norte cuyos indicadores son las profundidades del nivel estático (5-10 m. y 40-160 m. respectivamente), Caudales de extracción hasta de 70 lps en el profundo fracturado, transmisibilidad alta de acuerdo a pruebas de bombeo realizadas y otras reinterpretadas y comparadas entre sí con métodos analíticos y numéricos. También es un indicador la litología y las estructuras geológicas presentes, localizadas ambas incluso con estudios geofísicos.

Cabe mencionar que el acuífero además de la recarga por medios fracturados, recibe una recarga constante incidental e inducida en los depósitos granulares que sobreyacen al fracturado, desde hace varias décadas por infiltración de aguas negras provenientes de La Ciudad de México. Esta recarga ha causado que dentro del balance de aguas subterráneas, el cambio de almacenamiento se encuentre muy cercano a cero, generando un fenómeno poco común en los acuíferos en donde los niveles de saturación tienden a elevarse tanto, que existen zonas de inundación en algunos poblados así como artesianismo o pozos brotantes.

Es importante a manera de recomendación, después de identificar plenamente la función de estos derrames, cuantificar su capacidad separándolos de los valores ya conocidos del balance subterráneo por la parte del granular, de tal forma que, al ser mas vulnerables a la explotación y a la contaminación, sean protegidos por las autoridades correspondientes.

GEOH-4

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS FLUJOS DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO JEREZ, ESTADO DE ZACATECAS

Núñez Peña Ernesto Patricio¹, Cardona Benavides Antonio², Escalona Alcázar Felipe de Jesús¹, Bluhm Gutiérrez Jorge¹, Martínez Ortega Emmanuel¹, Ramos de la Cruz Gustavo Alfonso¹, De la Torre Guerrero Alan¹ y Esparza Martínez Alicia¹

¹Universidad Autónoma de Zacatecas

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí
epnunez@yahoo.com.mx

El acuífero Jerez está en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental hacia el centro-suroeste del Estado de Zacatecas. El acuífero es de tipo libre, anisotrópico y heterogéneo, con cargas hidráulicas que delimitan el movimiento del flujo subterráneo de norte a sur. Las unidades hidrogeológicas que lo integran son dos: La que constituye la zona saturada, la componen sedimentos que forman estratos y lentes de arenas y arcillas; así como capas de conglomerado formados por cantos rodados de riolitas, tobas e ignimbritas. Las granulometrías varían de gravas hasta peñascos, soportados en una matriz arcillo-arenosa, ligeramente calcárea. La segunda unidad hidroestratigráfica forma el basamento y las barreras laterales del acuífero, la componen riolitas, tobas e ignimbritas.

La evaluación de la calidad del agua subterránea se realizó llevando a cabo el muestreo de 28 pozos y un tajo, en diciembre de 2012 y enero de 2013. En cada aprovechamiento se documentaron pH, Eh, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y alcalinidad. Los ejemplares de agua se analizaron por elementos mayores y elementos traza en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Con los resultados de los análisis químicos se elaboraron gráficos de Piper y de Stiff que definen tres tipos de agua, 14 de bicarbonatada sódica, 10 de bicarbonatada mixta y 5 de bicarbonatada cálcica. También se realizó la integración de una base de datos hidrogeológicos en un Sistema de Información Geográfica y la elaboración de mapas temáticos interactivos de los parámetros químicos, pH, cloruro, sulfato, fluoruro, nitratos, sólidos totales disueltos (STD), arsénico, selenio, plomo y mercurio.

Los reportes de laboratorio fueron comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y modificaciones en el año 2000. Los parámetros pH, STD, cloruros, sulfatos, nitratos, mercurio y plomo no rebasan los límites máximos permisibles, pero en lo que corresponde al arsénico hay cuatro pozos de agua potable en la parte noreste del acuífero fuera de norma, con valores que van de 0.30 a 0.40 mg/l. En cuanto al anión fluoruro, el agua de ocho pozos también para consumo humano, localizados hacia el centro y norte del manto freático, tampoco es potable, ya que sus rangos están entre 2.17 y 4.22 mg/l. Adicionalmente la información que revela la sección de evolución hidrogeoquímica a lo largo del flujo subterráneo, no presenta incremento en las concentraciones de estos elementos, al contrario, pasando las áreas de anomalía bajan sus rangos de contenido. Recomendándose en consecuencia profundizar con investigaciones que permitan identificar los mecanismos de liberación de los iones fluoruro y arsénico.

Finalmente se concluye que el agua subterránea es de buena calidad, pero aquellas captaciones hidráulicas con rangos por arriba de la normatividad en As y F, se sugiere no sigan considerándose para abastecimiento, y ya sea que puedan ser sustituidas por otras que se apeguen a los límites oficiales establecidos o se les aplique tratamiento para su saneamiento.

GEOH-5

ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN (IC) E ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) DE LOS ACUÍFEROS EL SAUZ-ENCINILLAS Y CHIHUAHUA-SACRAMENTO

Pinales Munguía Adán, Núñez Payan Julio, Villalba María de Lourdes, Espino Valdes María Socorro y De la Garza Aguilar Rodrigo
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua
apinales@uach.mx

El objetivo principal de esta investigación es calcular el índice de contaminación (IC) e índice de calidad del agua (ICA) de los acuíferos El Sauz – Encinillas y Chihuahua-Sacramento, las fuentes potenciales de contaminación, y sus características geológicas. El área de interés corresponde a los acuíferos El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento. El acuífero El Sauz – Encinillas se localiza en las coordenadas geográficas 28° 52' 07" a 29° 40' 29" de latitud norte y 106° 02' 19" a 106° 44' 35" de longitud oeste, con un área de 2,743.1 km² y el acuífero Chihuahua-Sacramento se localiza en las coordenadas geográficas 28° 22' 36" a 28° 58' 16" de latitud norte y 106° 44' 5" a 105° 57' 16" de longitud oeste, con un área de 1889 km² del estado de Chihuahua, México. La principal actividad económica para esta región son la agricultura y la ganadería. El índice de contaminación (IC) utiliza elementos y especies iónicas que contienen las aguas subterráneas y que rebasan los límites permisibles de la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) para agua de consumo humano y por su parte el índice de calidad del agua (ICA) utiliza parámetros que se analizan individualmente y para los cuales se establecen límites individuales y sirven

como parámetro para clasificar el agua. Todos estos métodos arrojan como resultado que la zona con mayor riesgo de contaminación es la zona sur por la actividad agropecuaria mientras que la de menor riesgo es la zona este y sur de los acuíferos, por ser una zona sin actividad económica o humana.

GEOH-6

PROCESOS HIDROGEOQUÍMICOS Y CUANTIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA CUENCA HIDROGEOLOGICA DE LA ZONA MEDIA DE SAN LUIS POTOSÍ

Torres Rivera Sonia¹, Ramos Leal José Alfredo¹, Moran Ramirez Janete¹, Torres Hernández José Ramón², Padilla Sánchez Leticia² y Carranco Lozada Simón Eduardo¹

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP
sonia.torres@ipicyt.edu.mx

El acuífero de San Nicolas Tolentino, S.L.P., se ubica a 50 km al E-NE de la capital San Luis Potosí. Este acuífero abastece los municipios de Armadillo de los Infante, Ocampo, Paraíso, Santa Catarina y San Nicolas Tolentino. El acuífero se encuentra en la subprovincia de las Sierras Bajas de la Sierra Madre Oriental (Raisz, 1964), y en el límite con la parte oriental de la Mesa Central. En el presente trabajo se reportan los resultados de un muestreo de pozos y norias, diferentes tipos de agua (Piper, Stiff): sulfatada cálcica, bicarbonatada magnésica, bicarbonatada sódica, bicarbonatada mixta y bicarbonatada cálcica. Las gráficas de dispersión, muestran buena correlación de Sólidos Totales Disueltos con dos principales iones de bicarbonato y sulfato. El los diagramas de Piper, es posible identificar diferentes procesos de intercambio iónico; así como, la interacción de agua-roca, la representación de Mifflin muestra los tipos de flujo: local, intermedio y regional. Esto resulta coherente con el marco geológico del acuífero y sugiere que este recibe su recarga de aguas que drenan las rocas como calizas de plataforma, yesos y/o anhidritas, además de rocas volcánicas que delimitan el acuífero.

GEOH-7

PROPUESTA DEL MODELO HIDROLÓGICO CONCEPTUAL DEL VALLE DE LEÓN, GUANAJUATO, UTILIZANDO ISOTOPOS AMBIENTALES DE O-18, D, T Y C-14

Cortes Silva Alejandra¹, Martínez Reyes Juventino², Pérez Quezadas Juan³ y Salas Ortega Rocio⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

⁴Universidad Veracruzana

acortes@geofisica.unam.mx

Se presenta una propuesta actualizada del Modelo Hidrológico Conceptual construido a partir las componentes isotópicas obtenidas en el agua subterránea, tomando en cuenta la geología actualizada. Se observa que las estructuras juegan un papel importante en la química y régimen de flujo del sistema acuífero Valle de León. Geológicamente la zona, corresponde a una región donde convergen dos grandes provincias geológicas cenozoicas. El sustrato está constituido por formaciones mesozoicas de diversos tipos y diferentes edades que en su conjunto representan el basamento de la región. La zona está constituida en un 60 % de zonas montañosas; la superficie restante se define como una extensa planicie ubicada entre los 1,700 y 1,750 msnm. Se compone de horst y fosas tectónicas, las cuales están rellenas de material granular terciario. En estas formaciones se emplazan las principales reservas de agua subterránea. Los pozos extraen agua del relleno terciario más antiguo, principalmente. Los valores de 3H son prácticamente cero UT en pozos sobre los horst y en las fosas, de 2.7 UT y 94.8 pcm. Los isótopos de oxígeno-18, presentan resultados cercanos a -10 y el D de -70. Los datos que no han sido interpretados claramente como agua antigua son considerados como productos de mezcla. Este modelo es una propuesta que deberá ser complementado al ir integrando nuevos resultados; geofísicos, hidrológicos e hidrogeoquímicos que están en proceso apoyados, con las nuevas aportaciones geológicas.

GEOH-8

AVANCE EN EL CONOCIMIENTO DEL ORIGEN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL CENTRO DE VERACRUZ: PRIORITARIO PARA SU MANEJO

Pérez Quezadas Juan¹, Cortes Silva Alejandra², Salas Ortega Rocío³, Cervantes Pérez Juan⁴ y Carrillo Chávez Alejandro⁵

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Universidad Veracruzana

⁴Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, UV

⁵Centro de Geociencias, UNAM

pquezadas_1@hotmail.com

Se presentan antecedentes hidrológicos que permiten observar la importancia del agua subterránea en la Cuenca Hidrológica Río Actopan, localizada en el centro del estado de Veracruz, en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. A través de campañas de exploración hidrogeológica, muestreo hidrogeológico convencional y principalmente la aplicación de técnicas isotópicas, se plantean algunas hipótesis del funcionamiento hidrológico. Los resultados isotópicos permiten suponer que el agua subterránea descargada a través de manantiales en la parte media-alta, es de origen meteórico contemporáneo y corresponde a flujos subterráneos locales. Por otra parte se determinó la tendencia del $\delta^{18}O$ en función de la altitud, descrita por la ecuación: $\delta^{18}O = -2.1 (Z \text{ km}) + 5.53$, $R^2=0.86$. Este modelo lineal, explica más del 85% de los resultados isotópicos. Esto implica un gradiente de $-0.21\text{‰}/100 \text{ m}$, que se encuentra dentro del rango normal descrito en la literatura para zonas geográficas tropicales.

GEOH-9

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD HIDROGEOLÓGICA DE LOS HUMEDALES DEL SOCONUSCO, CHIAPAS

Olea Olea Selene
Instituto de Geología, UNAM
selene.olea.olea@gmail.com

La evaluación de la sustentabilidad hidrogeológica de los humedales de la zona del Soconusco, Chiapas, conforma la reserva de la Biósfera, La Encrucijada, perteneciente a un sitio RAMSAR (convención de humedales de importancia internacional).

Este trabajo comprende el desarrollo progresivo de diferentes etapas como recopilación de estudios previos a la zona, censo de pozos y norias, clasificación del agua, definición de unidades hidrogeológicas, procesamiento de datos piezométricos, determinación de la relación existente entre los humedales y el acuífero y cálculo del balance de agua subterránea.

Se realizó una campaña de medición de los niveles de agua subterránea, identificándose 43 aprovechamientos (pozos y norias) distribuidos en la zona de estudio. Posteriormente se efectuó el análisis geoestadístico de los datos obtenidos en campo y un modelo hidrogeológico conceptual. Los niveles estáticos son del orden de 30 msnm en el frente montañoso y descienden hasta cero al llegar al nivel del mar. Se obtuvieron los variogramas para los datos de elevación al nivel estático, con una dirección preferencial de 135° , utilizando el modelo esférico con un sill de 14.99 y un rango de 14000 m; y para los sólidos totales disueltos se utilizó el modelo esférico, con una dirección preferencial de 135° obteniendo un sill de 527340 y un rango de 20000 m.

El área de estudio está conformada por un acuífero, que es regionalmente libre, el cual localmente se confina en las partes medias y bajas. El agua de los pozos es apta para consumo humano. Existe disponibilidad de agua en el acuífero. No existe intrusión marina. La zona de humedales se encuentra en condiciones naturales con el acuífero.

GEOH-10

METODOLOGÍA GEOESTADÍSTICA QUE INVOLUCRA LA VULNERABILIDAD EN EL REDISEÑO DE REDES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA: APLICACIÓN CALERA, ZACATECAS

Júnez Ferreira Hugo Enrique¹, Reyes López Jesús Emmanuel¹, Herrera Zamarrón Graciela² y González Trinidad Julián¹

¹Maestría en Ingeniería Aplicada, UAZ

²Instituto de Geofísica, UNAM

hejunez@hotmail.com

Los trabajos orientados al diseño óptimo de redes de monitoreo de la calidad del agua subterránea consideran uno o varios parámetros fisicoquímicos presentes en el agua, algunos otros incorporan la hidrogeología, a través del índice de vulnerabilidad de los acuíferos. Sin embargo, hasta donde los autores tienen conocimiento, no existe un método que involucre varios parámetros de calidad

y los índices de vulnerabilidad de manera simultánea en la función objetivo de un proceso automatizado.

Para el presente estudio se modificó la metodología geoestadística propuesta por Herrera et al. (2004) y Júnez-Ferreira (2005) para el diseño de una red de monitoreo óptima para varios parámetros fisicoquímicos de la calidad a la vez, incorporando de manera ponderada en la función objetivo, la correlación de los índices de vulnerabilidad del acuífero, utilizando como criterio de optimización minimizar la varianza del error de la estimación normalizada de las variables consideradas. Para la determinación de los índices de vulnerabilidad se eligió el método DRASTIC por ser uno de los más populares para evaluar el potencial de contaminación de acuíferos; este método se basa en la asignación de índices que varían de uno (mínima vulnerabilidad) a diez (máxima vulnerabilidad), de acuerdo a características locales en un pozo como: profundidad del agua subterránea, recarga neta, litología del acuífero, tipo de suelo, topografía, naturaleza de la zona no saturada y la conductividad hidráulica del acuífero. Uno de los datos de entrada requeridos por la metodología es la matriz de covarianza de cada una de las variables involucradas en el diseño, estas son obtenidas de análisis geoestadísticos de los datos.

En el caso de estudio, la metodología se aplicó en dos partes: en la primera, con los aprovechamientos disponibles se seleccionó una red preliminar; en la segunda, con posiciones adicionales y la matriz de covarianza de salida del primer paso se conformó lo que llamamos una red óptima.

En el diseño de la red preliminar se aplicó la metodología para un total de 36 aprovechamientos en donde se cuenta con información de arsénico, calcio, sodio, sulfato y cloruro de una campaña de muestreo realizada en el año 2007, y de índices de vulnerabilidad determinados en este estudio para esas mismas posiciones. La red de monitoreo preliminar quedó conformada por 16 de los 36 pozos disponibles, con esta red es posible lograr un 90% de la reducción máxima posible de la varianza total conjunta en las posiciones de estimación (definidas en este estudio) que cubren el acuífero.

Para conformar la red óptima, la red preliminar fue complementada con cuatro posiciones adicionales sin información de calidad con las que se obtiene prácticamente el mismo nivel de información que al monitorear en las 36 posiciones con datos de calidad.

La metodología propuesta resultó exitosa en el diseño de una red de monitoreo que permite establecer un seguimiento de la evolución de la calidad del agua subterránea, con especial atención en las zonas con mayor vulnerabilidad a ser contaminadas.

GEOH-11

MÉTODOS ESTOCÁSTICOS DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS PARA MODELOS DE FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESTADO ESTACIONARIO: MÉTODOS DE ECUACIONES DE MOMENTOS ESTADÍSTICOS Y MONTE CARLO CON EL FILTRO DE KALMAN ENSAMBLADO

Briseño Ruiz Jessica V.¹, Morales Casique Eric¹, Herrera Zamarrón Graciela², Hernández Ochoa Abel F.³ y Escolero Fuentes Oscar¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

brisenorjv@geologia.unam.mx

Las fuentes de incertidumbre que posee el parámetro de la conductividad hidráulica (K) se deben a diversos factores y en un proceso de modelado de aguas subterráneas, estas fuentes pueden tomarse en cuenta a través de un marco estocástico. Además, la incorporación en tiempo real de mediciones de la carga hidráulica (h) puede resultar ventajosa, ya que permite reducir la incertidumbre en la estimación tanto de K como de h en un acuífero. Este trabajo presenta una comparación de dos enfoques estocásticos para la estimación de parámetros y estado (carga hidráulica) en un modelo de flujo de agua subterránea en estado estacionario. Ambos enfoques se basan en la técnica de asimilación de datos conocida como filtro de Kalman ensamblado (FKEn) y pueden utilizar de forma conjunta o independiente mediciones de h y/o del logaritmo natural de la conductividad hidráulica (Ln K) con el objetivo de mejorar la estimación del estado y del parámetro. Los enfoques presentados difieren en la forma en que se obtiene la estimación inicial (a priori) de los momentos estadísticos (EIME) (requerida para construir la matriz de ganancia de Kalman). En el primer enfoque, la EIME se calcula empleando una solución directa de las ecuaciones de momento (EM) no locales (integro-diferenciales) que gobiernan la distribución espacial de la media del ensamble condicional y de la covarianzas de h y K; llamamos a este enfoque EMFKEn. En el segundo enfoque, la EIME se calcula utilizando el método Monte Carlo (MC): se simulan numéricamente distribuciones de h derivadas, cada una, de una realización generada del campo K, la media de los ensambles (de h y K) y su covarianza se emplean para calcular la EIME; llamamos a este enfoque MCFKEn. Los métodos se probaron en un caso de estudio sintético que contó con un dominio bidimensional, así como un pozo de bombeo ubicado en el centro del dominio (gasto constante igual a 3 unidades). Se generaron 3000 realizaciones del LnK con el método de simulación secuencial Gaussiana (covarianza exponencial, escala integral = 4, varianza = 2) y para mantener la consistencia, la media del ensamble

así como la covarianza de K necesarias para el enfoque EM, también se obtuvieron a partir de estas realizaciones. En el proceso de asimilación de datos se emplearon conjuntamente 20 mediciones de h y 9 de Ln K obtenidas a partir de una realización tomada como el campo 'real'. Los resultados del EMFKEn concuerdan bien con los del MCFKEn, en términos de la media del ensamble y la varianza de h, excepto cerca del pozo de bombeo donde se deteriora la precisión de la EIME obtenida por las EM. El análisis de los errores muestra que para ambos enfoques las estimaciones para h y K tienen errores cuyas magnitudes disminuyen a medida que se añaden las mediciones. Además, el método MC tomó significativamente más tiempo para calcular la EIME que el enfoque de EM.

GEOH-12

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EN MODELOS DE DOBLE DOMINIO DE FLUJO NO SATURADO: ¿QUÉ MEDICIONES SON NECESARIAS PARA UN PROBLEMA INVERSO BIEN PLANTEADO?

Trejo Puig Luis Mauricio, Morales Casique Eric y Prado Pano Blanca
Instituto de Geología, UNAM
 maurizio.puig@gmail.com

Los modelos de doble dominio (MDD) han sido utilizados para simular procesos de flujo preferencial en suelos y en medios fracturados y se basan en el supuesto de que el medio poroso puede ser representado mediante la yuxtaposición de dos sistemas en un mismo volumen, donde cada uno de ellos posee propiedades hidráulicas únicas. Los dos sistemas típicamente son un medio fracturado y un medio que representa la matriz porosa y éstos interactúan entre sí a través del intercambio de agua. Para utilizar estos modelos es necesario especificar los parámetros hidráulicos para cada medio, lo que implica conducir experimentos y medir las variables necesarias. En este trabajo discutimos los resultados de experimentos numéricos usando Hydrus1D para definir: (a) qué características del flujo evidencian flujo preferencial y (b) qué variables necesitan ser medidas para que el problema inverso sea bien planteado. Los experimentos numéricos son conducidos simulando experimentos en columnas, es decir, flujo unidimensional. Los experimentos numéricos permiten "tomar muestras" de las variables de flujo, en particular potencial matricial y contenido de humedad tanto en las fracturas como en la matriz porosa y las correspondientes variables aparentes (que expresan la magnitud de la variable que combina el efecto de los dos medios) en puntos seleccionados. Esas "mediciones" son perturbadas para simular error experimental y utilizadas para estimar parámetros mediante inversión ajustando tanto un MDD como un modelo de un solo dominio. Los casos considerados son: (a) sólo datos sobre variables aparentes están disponibles, (b) mediciones de las variables en cada medio están disponibles. Resultados preliminares indican la necesidad de reducir el número de parámetros a estimar en la inversión para obtener un problema bien planteado.

GEOH-13

MODELACIÓN GEOHIDROLÓGICA: ACUÍFERO VALLE DE MEXICALI

Rodríguez Burqueño Jesús Eliana y Ramírez Hernández Jorge
Instituto de Ingeniería, UABC
 j.eliana.r.b@hotmail.com

La dinámica de los flujos en el Río Colorado por su regulación aguas arriba han cambiado significativamente el desarrollo, abundancia y distribución de las especies vegetales. Uno de los factores más importantes para el establecimiento y el mantenimiento de la vegetación riparia en la frecuencia y duración de los flujos, así que la situación ecológica de la zona riparia es dependiente del manejo adecuado del flujo del río y la explotación del acuífero, ya que debido a la ausencia de un flujo constante en el río algunas de las zonas vegetativas riparias se encuentran sostenidas por el flujo subterráneo. Es de primordial importancia conocer la relación acuífero-río y su efecto en la vegetación riparia para generar elementos de manejo de la zona riparia.

En el área comprendida entre el Ferrocarril Mexicali-Puerto Peñasco y el Vado Carranza se realizó un refinamiento de un modelo conceptual del sistema geohidrológico acuífero-río, incluyendo sus variaciones espaciales y temporales, mediante la moderación transitoria del flujo utilizando la moderación acoplada del método de Refinamiento de Malla Local del código Modflow, este procedimiento es realizado por la relación de dos modelos, un modelo denominado como Padre, el cual es el modelo base del modelo denominado Hijo, este modelo es el refinamiento del área de estudio. Las condiciones de frontera del modelo Padre fueron derivadas de las condiciones hidrológicas naturales y las entradas y salidas del sistema reportados en estudios técnicos previos.

Las simulación del modelo Hijo fue realizada en estado transitorio para los ciclos agrícolas 2005-2006 y 2009-2010. El análisis de estas simulaciones fue mensual, en el ciclo 2005-2006 se obtuvieron diferencias entre los datos observados y calculados de más o menos 2 m y en el ciclo 2009-2010 de más o menos 3 m.

Simulaciones geohidrológicas periódicas demostraron que en dentro del área de estudio, los cambios en la interacción entre el acuífero y el río están relacionados a la recarga en el acuífero, el periodo de irrigación y además se corroboró que debido a la profundidad del nivel del agua subterránea la vegetación se mantiene en ciertas áreas.

GEOH-14

FLUCTUACIONES DEL NIVEL FREÁTICO COMO RESPUESTA AL FLUJO EN EL RÍO COLORADO: IMPLICACIONES AMBIENTALES

Ramírez Hernández Jorge¹, Rodríguez Burqueño Jesús Eliana¹, Zamora Arroyo Francisco² y Hinojosa Huerta Osvel³

¹Instituto de Ingeniería, UABC

²Sonoran Institute

³Pronatura Noroeste AC

jorger@uabc.edu.mx

La recarga del acuífero en la margen derecha del Río Colorado es analizada a partir de flujos extraordinarios vertidos durante los meses de invierno del año 2009-2010 con el objetivo de entender el proceso de infiltración lateral a lo largo de 27 km del cauce aguas abajo de la presa Morelos incluyendo la zona de limítrofe con los Estados Unidos y por la simulación de flujos superficiales en el cauce. Se muestran las variaciones en la elevación del nivel freático en piezómetros ubicados en 9 transectos perpendiculares al canal principal producto de las descargas de agua en el Río a partir de mediciones automáticas cada 30 minutos alcanzan más de 1.5 m. Además se hace una estimación de los tiempos de recorrido del agua en el subsuelo, entre los transectos estudiados, encontrando que el frente de recarga tarda en avanzar de 6 a 28 horas. No obstante, el nivel freático en los transectos ubicados más al norte es modificado por las infiltraciones del canal Reforma que forma parte de la red principal y no posee recubrimiento. La relación de la ubicación del nivel freático (> 6 m) con respecto al nivel del terreno muestra que la vegetación del corredor ripario del Río Colorado, en el margen derecho, no permite la permanencia de vegetación, por lo que los flujos en el Río no son suficientes para mantenerla. Se simuló la elevación del espejo de agua en el Río bajo diferentes caudales de salida, utilizando el código Hec-Ras, y a partir de ésta la respuesta del acuífero y la elevación del nivel freático, con los datos de infiltración obtenidos. Se encontró que la recarga del acuífero en el margen derecho del Río responde de forma inmediata a la recarga del Río y que los niveles aumentan en función de la permanencia del nivel en el río y la elevación del espejo de agua en éste.

Los resultados obtenidos permitirán establecer políticas de conservación-rehabilitación del hábitat del corredor ripario en esta zona ya que aporta elementos para entender las relaciones entre el acuífero y el río Colorado. Esto es particularmente importante en una cuenca hidrológica internacional declarada en estado de sequía, en la que la presión por el uso del recurso ha venido aumentando por la demanda de agua para uso público urbano en ciudades fuera de la cuenca.

GEOH-15

RESULTADOS PRELIMINARES EN LA ESTIMACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO, UTILIZANDO LECTURAS TEMPORALES DE GRAVEDAD (GRACE) Y MODELACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA (NLDAS)

Mendoza Cázares Edgar Yuri, Dario Hernández Rubén,
 Santana Flores Edgar Emmanuel y Gutiérrez Ojeda Carlos
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
 edgar_mendoza@taloc.imta.mx

El agua subterránea representa la única fuente de abastecimiento en las zonas áridas y semiáridas del país, cuantificar las variaciones del almacenamiento subterráneo requiere de mediciones continuas en el espacio y el tiempo que permiten cuantificar el volumen de agua del cual se dispone. El desarrollo de las técnicas de percepción remota permite analizar grandes extensiones de terreno con una riqueza espacial y temporal. La variación en el almacenamiento se refleja en los cambios del volumen de agua, que se relacionan con el cambio de masa. El experimento "Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE)" proporciona lecturas de las variaciones temporales del campo de la gravedad, que se utilizan para estimar cambios en el almacenamiento subterráneo. Las lecturas de GRACE se relacionan con el volumen total de agua terrestre, que integra, en una sola lectura, la componente de agua en superficie, suelo y subterránea; obviando que no existe presencia de hielo o nieve. Los modelos de la superficie terrestre tienen el objetivo de simular la transferencia de masa, energía y momento entre el suelo, vegetación y la atmósfera. El sistema North Land Data Assimilation System (NLDAS) cuenta con tres modelos de superficie: Mosaic, Noah y CLM, que proporcionan datos de salida de la humedad de suelo; con una resolución espacial de 0.25°, temporal: tres horas, mes o año, entre otras variables.

Los resultados son preliminares y analizan la variación del almacenamiento en la Península de Baja California utilizando información indirecta, debido a que se carece de datos de la profundidad del nivel estático, en acuíferos

que se encuentran en la Península. Se utiliza información de la variación del almacenamiento del experimento GRACE y los resultados de las simulaciones de la humedad del suelo, de modelos hidrológicos (NLDAS), para mostrar que el agua subterránea en acuíferos como Valle Mexicali ha mantenido su nivel. Existen regiones con rangos de profundización del nivel estático de un 1 cm por año, sin embargo no se cuenta con información que confirme las lecturas.

En la zona de Mexicali existe un equilibrio dinámico, pero hay evidencias que sugieren que zonas en la costa (San Simón, San Quintín) e intermontana (Valle de Guadalupe, Ojos Negros) existen abatimientos prolongados. Es importante corroborar las lecturas con datos de la profundidad del nivel estático en estos acuíferos.

Se analizan diez años (2002 al 2012) de la variación del almacenamiento, por lo que las lecturas del residual son indicativo del comportamiento en los acuíferos.

GEOH-16

RECARGA VERTICAL DE ACUÍFEROS EN ZONAS SEMIÁRIDAS

Del Toro Guerrero Francisco José y Kretschmar Thomas
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
fdeltoro@cicese.edu.mx

En el noroeste de Baja California, la disponibilidad y la calidad del agua subterránea son de suma importancia ya que en esta zona es el único suministro hídrico directo con el cual se llevan cabo un gran número de actividades que ayudan al desarrollo económico de la sociedad y para el uso de las actividades humanas, como el uso doméstico, la industria y la agricultura. El recurso hídrico superficial llega a ser muy pobre o nulo a lo largo del año hidrológico, presentando ocasionalmente escurrimiento superficial en tiempo de lluvia el cual, llega al mar sin ser aprovechado.

El trabajo se desarrolla en la subcuenca El Mogor en el Valle de Guadalupe en Baja California. Esta región tiene un clima semiárido y se realizan actividades agrícolas de gran importancia, donde destaca la viticultura.

Se instaló un laboratorio de hidrogeología de campo, tratando de preservar las condiciones iniciales del entorno. Los instrumentos que lo componen son: un reflectómetro de dominio de tiempo (Campbell Scientific), para estimar el cambio en el contenido de humedad en el suelo y una estación climatológica (Davis), con los que se obtienen mediciones continuas a intervalos definidos.

El presente trabajo tiene por objetivo comparar la relación que existe entre la variación de la permanencia del contenido de la humedad en el suelo y las fluctuaciones o interacciones con las variables climatológicas a lo largo del año hidrológico, además de conocer el límite de saturación del suelo para determinar el momento en el comienza el escurrimiento superficial. Con esta información se podrán llevar a cabo evaluaciones más precisas sobre el funcionamiento del proceso de recarga directa vertical y horizontal hacia los acuíferos que se encuentran en zonas semiáridas y que tienen características físicas y ambientales similares.

GEOH-17

ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO Y DE RECARGA DE LLUVIA A PARTIR DE UN MODELO DE REGRESIÓN EN EL ACUÍFERO EL SAUZ-ENCINILLAS

Martínez Rodríguez Javier Maclen, Silva Hidalgo Humberto,
Pinales Munguía Adán y Magallanes Ramírez Blas Eduardo
Facultad de Ingeniería, UACH
maclen.mtz@gmail.com

El acuífero de El Sauz-Encinillas se encuentra en el estado de Chihuahua, al norte de México, delimitado por la Comisión Nacional del Agua, está ubicado casi en su totalidad dentro del municipio de Chihuahua, teniendo sin embargo fracciones más pequeñas en los municipios de Namiquipa, Riva Palacio, Buenaventura y Aldama. El motivo por el cual se desarrolló el siguiente estudio nació de la necesidad de obtener información de disponibilidad actualizada del acuífero El Sauz-Encinillas. Es de gran interés local ya que la ciudad de Chihuahua, capital del estado de Chihuahua, se abastece actualmente en parte de este acuífero. Por eso, es de gran importancia su estudio para establecer un panorama claro de la situación actual para la toma de decisiones que por ser una fuente actual de abastecimiento de agua potable, tiene un alto impacto en el bienestar y calidad de servicio urbano. Se realizó un balance de agua subterránea con un modelo de regresión con el coeficiente de recarga de lluvia y el coeficiente de almacenamiento como incógnitas del sistema, logrando calcular estas variables que generalmente son difíciles de estimar, eliminando la decisión subjetiva y tomando la decisión con base a un modelo matemático.

GEOH-18

ESTUDIO DE PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA DEL RIO BALLEZA EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Magallanes Ramírez Blas Eduardo, Martínez
Rodríguez Javier Maclen y Villalobos Aragon Alejandro
Facultad de Ingeniería, UACH
blase_maga@hotmail.com

La cuenca del Río Balleza se localiza en la zona sur del estado de Chihuahua y una pequeña parte de la zona Norte del estado de Durango, comprende desde el nacimiento del Río Balleza hasta su desfogue en el río Conchos en el poblado de Llanitos. Si bien desde el punto de vista científico es bien probada la utilidad de estudiar la cuenca como un sistema, también lo es para fines prácticos. Toda acción que modifica las características de la cuenca afecta inevitablemente aguas abajo de la misma, la alteración del terreno en el área de la cabecera tarde o temprano se hará notar en la desembocadura.

Con esto se efectuó un estudio de parámetros geomorfológicos e hidrológicos con la intención de obtener información de los resultados de coeficiente de escurrimiento, volúmenes de escurrimiento y la importancia de un sencillo análisis con la construcción de una curva hipsométrica y obtener conclusiones importantes para futuras obras de construcción y prevención de desastres.

GEOH-19

PROSPECCIÓN GEOHIDROLÓGICA EMPLEANDO EL MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO AÉREO EN EL ACUÍFERO DE CHUPADEROS, ZACATECAS

Lara Sánchez Francisco Javier
Geofísica Aerea, SGM
sgaerea@sgm.gob.mx

Resumen

En el presente año se está implementando en el Servicio Geológico Mexicano el método electromagnético aéreo en el dominio del tiempo, con el que se obtienen contrastes de conductividad eléctrica del terreno a diferentes profundidades. En México esta metodología se ha aplicado principalmente en la exploración minera, sin embargo, debido a su gran eficiencia para diferenciar cambios litológicos en sentido vertical como horizontal en función de los contrastes de resistividad, es de gran utilidad para emplearse en la prospección geohidrológica.

El primer levantamiento con esta metodología se realizó entre los acuíferos de Chupaderos y Guadalupe Bañuelos en el valle de Guadalupe, Zacatecas, con la finalidad de conocer la ubicación y espesor de las unidades litológicas favorables para contener el agua. Se cubrió una superficie de 543 km², en donde se levantaron 2,441 km lineales distribuidos en 118 líneas, espaciadas a cada 250 metros.

El equipo que se empleó para el levantamiento fue un transitorio electromagnético aéreo en el dominio del tiempo (ATEM 800), constituido por una bobina transmisora de 8.14 metros de diámetro con un momento dipolar de 155,000 Am² a 90 Hz y dos bobinas receptoras Z y X con 24 canales en time off. La altura de las bobinas transmisora y receptoras fue de 40 metros sobre el terreno y los sondeos electromagnéticos se obtuvieron a una separación sobre perfil promedio de 3 metros.

La inversión de los datos para obtener las secciones de conductividad vs profundidad se realizó con el software EMaxAir. Para la calibración de los sondeos electromagnéticos se emplearon las unidades litológicas que están aflorando y 14 cortes litológicos de pozos con profundidades de hasta 300 metros, proporcionados por CONAGUA Delegación Zacatecas.

Los resultados obtenidos que se tiene a la fecha son muy favorables: a partir de la inversión de los datos se estima que se alcanzaron profundidades mayor a 400 m; se definió que las rocas volcánicas (ignimbritas y riolitas) y los miembros de la Formación Chilites presentan una alta resistividad, geohidrológicamente se consideran impermeables y los aluviones recientes y conglomerados que contienen el acuífero principal de la región su resistividad son muy variables dependiendo su constitución, compactación y contenido de agua.

GEOH-20

CAMBIO DE USO DE SUELO Y AFECTACIONES AMBIENTALES EN ZONAS URBANAS CON FALLAMIENTO ACTIVO

Carranco Lozada Simón Eduardo¹, Ramos Leal José Alfredo¹,
Noyola Medrano Cristina², Moran Ramírez Janete¹, López Álvarez
Briseida³, López Quiroz Penélope⁴ y Aranda Gómez José Jorge⁴

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICT

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí

³El Colegio de San Luis, COLSAN

⁴Centro de Geociencias, UNAM

simon.carranco@gmail.com

El Valle de Celaya se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y es afectado por el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende. Debido a que este Valle se realiza una intensa actividad agrícola, el Valle de Celaya, ha tenido un cambio significativo en el uso de suelo, lo que ha provocado un impacto negativo al acuífero en los últimos 35 años. La evolución piezometría del acuífero ha aumentado un abatimiento de hasta 115 m. con una tasa de abatimiento de 3.5 m/año. El acuífero del Valle de Celaya es uno de los acuíferos más sobre explotados del país debido al excesivo número de pozos que en su mayoría se utilizan para la agricultura de riego. Por medio de imágenes satelitales Landsat se hace un análisis para determinar cuantitativamente el área que ha tenido un cambio en el uso de suelo. El desequilibrio ambiental causado por el cambio de uso de suelo se ve reflejado en los efectos ambientales que se presentan dentro de la ciudad de Celaya. Los principales problemas en Celaya son el agrietamiento y fallamiento normal que provoca diversos daños a la infraestructura urbana.

GEOH-21 CARTEL

DETERMINACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SAHUAYO, MICHOACÁN

Silva García José Teodoro, Nava Velazquez Jaime, Estrada Godoy
Francisco, Cruz Cardenas Gustavo y Ochoa Estrada Salvador

IPN-CIIDIR-Michoacán
tsilva09@hotmail.com

En la región noroeste del estado de Michoacán, se localiza la Ciénega de Chapala en donde se ubica el municipio de Sahuayo, cuya cabecera municipal enfrenta un serio problema de desabasto de agua, sobre todo en las partes altas de la ciudad, debido a que de las 17 perforaciones con las que cuenta el municipio, solo 4 están funcionando. La población de Sahuayo según el censo 2010 es de 72,841 habitantes. Con este tipo de trabajo se pretende estar en condiciones más reales de obtener éxito en la búsqueda de agua subterránea que permita satisfacer las necesidades de abastecimiento de agua potable que tiene gran parte de la población, con un déficit de aproximadamente 100 lps. El área de estudio se localiza dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, Subprovincia Chapala, que se caracteriza por los afloramientos asociados con manifestaciones volcánicas y grabens que son muy comunes en diversas partes de la provincia, pero principalmente en esta región. Se evaluaron las condiciones existentes para nueve localidades, aplicando el método de Resistividad eléctrica, utilizando la técnica de Sondeo Eléctrico vertical (SEV). En general este método, es uno de los más eficaces cuando se trata de realizar investigación sobre las características y formas de la estructura del subsuelo sobre todo en litología y saturación de agua. La ubicación del sitio para la realización de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), se basó en la exploración geológica superficial realizada previamente a través, de recorridos de campo y de fotointerpretación. El equipo utilizado fue un aparato de corriente continua Atlas Copco Terrameter SAS 300-C. En todos los casos, se utilizó una distancia AB (emisión de corriente) de 900 metros, con arreglo electrodo Schulumberger. El cálculo de las resistividades, electroestratos y construcción de graficas se efectuó con un programa especializado. Derivado de este trabajo hasta la fecha, se han procedido a realizar dos obras de perforación, mismas que actualmente se han concluido con éxito. La primera, en la localidad de La Cañada, cuyo aforo final fue de 19 lps. La segunda, en Prados Verdes con aforo final de 60 lps. Una tercera obra está actualmente en proceso.

GEOH-22 CARTEL

MÉTODO PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE UNA RED DE MONITOREO PARA EL CÁLCULO DEL CAMBIO DE ALMACENAMIENTO DEL ACUÍFERO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Núñez Hernández Elsa Yolanda y Herrera Zamarrón Graciela
Instituto de Geofísica, UNAM
elsa.nunez6@yahoo.com.mx

El objetivo del presente trabajo es presentar los avances en el desarrollo de una metodología para el diseño óptimo de redes de monitoreo cuyo criterio de optimización es minimizar la incertidumbre en el cálculo del cambio de almacenamiento. Para la selección de los puntos de monitoreo la metodología

combina el filtro de Kalman y un método de optimización secuencial, que en cada paso minimiza la función de la estimación de la varianza del error. El filtro de Kalman requiere una matriz de covarianza a priori, que se calcula a través de simulación estocástica geoestadística. Para probar la metodología, se utilizaron 202 datos de pozos ubicados en el acuífero de la Ciudad de México correspondientes a los años 2000 y 2003. Los resultados muestran, que de los 168 pozos posibles de ser muestreados, 66 no son redundantes, lo cual tiene como consecuencia una reducción en los costos de monitoreo.

GEOH-23 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DE TIERRA NUEVA, S.L.P.

Rosas Palafox Alejandro Cruz y Steinich Birgit
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICT
alejandro.rosas@ipicyt.edu.mx

La cuenca de Tierra Nueva se localiza en la parte sur del estado de San Luis Potosí y coincide principalmente con el área del municipio del mismo nombre y con una menor proporción en su parte noroeste dentro del municipio de Santa María del Río. La cuenca tiene un área de aproximadamente 320 km².

La zona de estudio está comprendida dentro de la provincia geológica Sierra Madre Oriental y presenta unidades volcánicas cubiertas por materiales aluviales.

Sus comunidades son abastecidas de agua a través de la presa 'La Muñeca' ubicada en la parte sureste de la zona así como de su sistema acuífero con unidades tanto en medio fracturado como poroso. La gestión de sus recursos hídricos se destinan mayoritariamente al riego agrícola. Observaciones sugieren la presencia de un acuífero colgado libre cuyos niveles freáticos han ascendido en los últimos años; período que coincide aproximadamente con el aumento del uso de riego de aguas superficiales de la presa 'La Muñeca'. Por otro lado observaciones realizadas en campo han evidenciado zonas con alta concentración salina, sin embargo la extensión de este fenómeno no ha sido determinada hasta la fecha.

El objetivo del presente estudio es obtener información de carácter regional de la cuenca que permita dar un contexto para las observaciones puntuales mencionadas anteriormente. Se integraron datos provenientes de cuatro diferentes fuentes, (1) de un levantamiento geológico de la cuenca, (2) de registros geoeléctricos verticales distribuidos uniformemente en el área de estudio, (3) de observaciones de características de suelos en áreas de salinización y (4) datos del actual aprovechamiento de diversos pozos de agua operados por privados y/o el sistema público de abastecimiento.

La presencia de material geológico muy contrastante permite interpretar las variaciones de las resistividades eléctricas en 5 diferentes unidades. Se localizaron cuerpos intrusivos en la parte sureste de la zona impidiendo la presencia de unidades acuíferas productivas. La presencia de cantidades importantes de agua subterránea se limita a la zona central y este de la cuenca. Es esta misma zona se propone un mayor potencial de unidades productivas de agua a profundidad en medios volcánicos fracturados. Los límites laterales de dichas unidades están dados por la presencia de material impermeable que se observa en los afloramientos. El conjunto de esta información se aprovechó para la estimación del potencial del volumen total de unidades acuíferas en la cuenca de Tierra Nueva.

Apoyado en observaciones directas de suelos en campo se interpretaron zonas de baja resistividad en las partes central y suroeste de la cuenca como manifestaciones de alta concentración de sales. Se proponen dos diferentes procesos de salinización, de origen natural por evaporación y consecuente formación de capas de caliche así como de intemperización de rocas volcánicas por un lado y de origen antropogénico resultado de las actividades agrícolas por otro lado. El primer origen prevalece en la parte suroeste de la cuenca mientras que el origen antropogénico es el primordial en la parte central de la misma.

GEOH-24 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOHIDROLÓGICA DE TOLANTONGO, HGO., MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS SUPERFICIALES

Sánchez Sánchez Glicerio, Gutiérrez Palma Andrea, Aguilar Arigunaga Rodolfo
Alberto, Domínguez Salinas Gabriela, Velasco Mendoza Marco Antonio, Lucho
Delgado Aurora, González Ramírez Ziany Xareny y Oliva Gutiérrez Marco Antonio
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, IPN
glicerio@live.com.mx

El área de Tolantongo es rico en escorrentía superficial y flujo subterráneo, por lo anterior se realizó un análisis geohidrológico y caracterización estructural, utilizando la exploración sísmica y geoelectrica con la finalidad de detectar el posible contacto lutita-caliza y con base en ello poder concluir el comportamiento geológico-estructural de la zona.

GEOH-25 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO EN EL VALLE DE PARANGUEO, GUANAJUATO

Ramos Leal José Alfredo¹, Aranda Gómez José Jorge², Pacheco Martínez Jesús³,
Levesse Gilles², Moran Ramírez Janete¹, López Álvarez Briseida⁴, Carranco
Lozada Simón Eduardo¹, Chávez Cabello Gabriel⁵ y Cerca Martínez Mariano²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²Centro de Geociencias, UNAM

³Centro del Diseño y la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes

⁴Colegio de San Luis, COLSAN

⁵Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

jalfredo@ipicyt.edu.mx

El crecimiento de las actividades socioeconómicas en la región del bajío, ha dado como consecuencia una mayor demanda del agua subterránea. En los últimos 30 años, la explotación del recurso ha provocado un desequilibrio negativo del sistema acuifero que se ha visto reflejado en eliminación del agua en los cráteres-lagos de la región. Los datos hidrogeoquímicos muestran que el agua contenida en el Lago de Parangueo, el agua es altamente salina y hay evidencias de la mezcla y migración de estas aguas de mala calidad hacia el acuífero. Los valores isotópicos del agua subterránea, confirman este comportamiento y se identifican tres grupos principales: el primero representado por el agua subterránea del sistema, muy próxima a la línea meteórica local. El segundo grupo está asociado a una mezcla con aguas evaporadas. El tercer grupo se asocia con una componente de origen termal muy evaporada (valores positivos). De continuar con este proceso de mezcla y abatimiento de los niveles del agua subterránea se pondrá en riesgo las actividades agrícolas, pecuarias y de servicios, ya que estos se abastecen del agua del sistema acuifero.

GEOH-26 CARTEL

INFLUENCIA DE UNA PRESA DE GAVIONES EN LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DEL ACUÍFERO DE NAZARENO ETLA, OAXACA

Belmonte Jiménez Salvador Isidro, García García Leonardo
y Ladrón de Guevara Torres María de los Ángeles

IPN-CIIDIR-OAX

sbelmont@prodigy.net.mx

Se realizó un estudio con el objetivo de conocer el comportamiento espacial y temporal de la red de flujo del agua subterránea, como un criterio para evaluar la eficiencia de una presa filtrante de gaviones, construida transversal al río Zautla, Nazareno, Oaxaca como fuente de recarga inducida. Como herramientas de análisis se utilizaron datos hidrogeológicos (principalmente piezometría) y geometría del acuífero. La piezometría se midió antes y después de la construcción de la presa para lo cual se usaron una sonda piezométrica y un GPS postproceso considerando 31 pozos de monitoreo. La geometría del medio se conoció reinterprestando datos gravimétricos y sondeos eléctricos verticales. Esta información sirve de base para realizar el modelado computacional de la interacción acuífero-presa para evaluar la interacción de la obra de recarga inducida y el comportamiento de los niveles piezométricos. El software utilizado es el AQUIMPE que utiliza el método de elemento finito y de requerirse podría proporcionar la inversión de la transmisividad en la etapa de calibración.

GEOH-27 CARTEL

INFERENCIA DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS A PARTIR DE DATOS MAGNÉTICOS Y RESISTIVIDAD DE CD; Y SU RELACIÓN CON UN SISTEMA ACUÍFERO. CASO DE ESTUDIO; CIUDAD DE OAXACA.

Belmonte García Valdemar¹, Belmonte Jiménez
Salvador Isidro² y Gómez Vergara Gerardo³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²IPN-CIIDIR-OAX

³Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

valdemaar@hotmail.com

Se realizó un estudio geofísico con enfoque geohidrológico en el lugar conocido como "Las Canteras" en la ciudad de Oaxaca, donde se pretende construir una Plaza Comercial para conocer las características litológicas de los estratos que conforman el subsuelo así como estructuras geológicas que pudieran afectar desde el punto de vista geotécnico el área, y su relación con el sistema acuifero. Aflora roca volcánica tipo Toba Andesítica, llamada localmente cantera verde, además de zonas cubiertas por concreto, y pequeños lagos artificiales cuyas aguas estancadas se pensaba tenían relación con el acuífero poniendo en riesgo su calidad. Se utilizaron el método magnético midiendo en 630 estaciones; y el de resistividad de corriente directa efectuando seis SEV's, además de datos hidrogeológicos como piezometría para evaluar la zona de estudio. Los datos magnéticos se procesaron con el software Magnetic Map Picking, y una vez realizadas las correcciones correspondientes se aplicaron diversos filtros para inferir e interpretar rasgos geológicos como lineamientos

cuya dirección preferencial es NW10° y son casi paralelos a la Falla de Oaxaca. Las curvas de resistividad corroboraron que el espesor del medio rocoso alterado es menor de 5 m, siendo la Toba Andesítica de calidad apta para la construcción después de esta profundidad. Además se determinó que la presencia de los lagos artificiales producto de la extracción de cantera durante más de 50 años, no tiene relación hidrodinámica con el sistema acuifero granular que existe en los alrededores de la zona estudiada. La integración de dos o más métodos geofísicos y otras disciplinas utilizadas de manera conjunta permiten tener más elementos para comprender la fenomenología de diversos problemas en las ciencias de la Tierra, como fue este caso.