



MX0500411

VIII Conferencia Internacional/XVIII Congreso Nacional sobre Dosimetría de Estado Sólido
7-9 Septiembre de 2005, Zacatecas, Zac. México

ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DE AGUA DE ALGUNOS MANANTIALES DEL ESTADO DE MEXICO

Peña P¹., López A.,¹ Balcazar M.,¹ Flores J.H.,¹ Cárdenas S.,¹ Schubert M.²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Apartado Postal 18-1027, México D. F. 11801, México

²UFZ Centre for Environmental Research Leipzig – Halle GMBH

Permoser Str. 15, 04318 Leipzig, Germany

RESUMEN

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), ha desarrollado una técnica que permite estudiar la asociación de mecanismos de recarga, tiempos de residencia del agua en los acuíferos, así como la litología local y los parámetros geoquímicos. La viabilidad de esta técnica fue probada en el mes de noviembre de 2004 en los manantiales (La Perita, El Tunel y El Pedregal) localizados en La Asunción Tepexoyuca, Edo. de México. Se observó que tanto el manantial El Túnel como La Perita se utilizan para el consumo humano, el manantial de El Pedregal se le utiliza para el cultivo piscícola. Los estudios se realizaron durante marzo del 2003 a noviembre del 2004. En el manantial La Perita los valores máximos de la concentración de radón (0.76 Bq L^{-1}) se observaron en la época de estío (diciembre). En el manantial el Túnel los valores máximos de la concentración de radón (4.08 Bq L^{-1}) se observaron en la época de lluvias (septiembre) este incremento puede deberse a los aportes de la recarga de acuíferos que permite el arrastre del radón de otras vías alternas de infiltración del agua de lluvia. De los análisis fisicoquímicos y radioquímicos realizados en las muestras de agua de los manantiales estudiados, se deduce que se trata de aguas de buena calidad para el consumo humano ya que estos están dentro de los límites máximos permisibles en cuanto a su potabilidad de acuerdo a normas nacionales e internacionales. Así mismo se observó que las aguas de los manantiales se trata de un solo acuífero, ya que sus diferencias se deben al tiempo de permanencia del agua dentro del acuífero. La clasificación del agua subterránea dedujo que se trata de agua bicarbonatada cálcica y/o magnésica pertenecientes al tipo de aguas meteóricas de reciente infiltración.

ABSTRACT

The Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), has developed a technique that allows to study the association of recharge mechanisms, times of residence of the water in the aquifers, as well as the local litología and the parameters geoquímicos. The viability of this technique was proven in the month of November of 2004 in the springs (La Perita, El Tunel y El Pedregal) located in The Asunción Tepexoyuca, Edo. of Mexico. It was observed that so much the spring El Tunel like La Perta are used for the human consumption, the spring of El Pdregal is used for the cultivation piscícola. The studies were carried out during March from the 2003 to November of the 2004. In the spring La Perita the maximum values of the radon concentration (0.76 Bq L^{-1}) they were observed in the summertime time (December). In the spring El Tunel the maximum values of the radon concentration (4.08 Bq L^{-1}) they were observed in the rainy season (September) this increment can be due to the contributions of the recharge of aquifers

that it allows the haulage of the radon of other alternating roads of infiltration of the rain water. Of the physiochemical analyses and radioquímicos carried out in the samples of water of the studied springs, it is deduced that they are waters of good quality since for the human consumption these they are inside you limit them permissible maxima as for their potability according to national and international norms. Likewise it was observed that the water of the springs is a single aquifer, since its you differ they should at the time of permanency of the water inside the aquifer. The classification of the underground water deduced that it is water calcic bicarbonatada and/or magnésica belonging to the type of meteoric waters of recent infiltration.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Ocoyoacac está ubicado al Noreste del Valle de Toluca. La localidad de la Asunción Tepexoyuca pertenece a este municipio y está localizada al Este de la cabecera municipal. Dentro de esta zona se encuentran los tres manantiales en estudio (La Perita El Pedregal y El Túnel). Mediante un Posicionador Global Satelital se determinó la ubicación de la zona. La zona de estudio queda ubicada dentro de la provincia del Eje Neovolcánico Transmexicano. La litología local ésta representada por rocas andesíticas, riolíticas y basálticas, así como sedimentos lacustres y aluviales intercalados con material de origen volcánico (tobas, brechas y pirocláticos)¹.

La zona de estudio se encuentra dentro de una de las áreas más lluviosas del país, debido a ello presenta una importante fuente de recarga. Las diferentes rocas que afloran en el valle de Toluca en su mayoría son permeables. El acuífero principal se encuentra en el valle del Río Lerma y está constituido por material detrítico de origen lacustre y aluvial². Desde el punto de vista geohidrológico, las posibles formaciones acuíferas son tobas y basaltos jóvenes que muestran su permeabilidad por la presencia local de varios manantiales con gastos pequeños, estas rocas son altamente permeables debido a su constitución, permitiendo que minerales naturales presentes se disuelva en el agua percolada, desde las áreas de recarga hasta el punto de afloramiento superficial del agua³. La Sierra de las Cruces es una zona de recarga importante donde se observan diversos grados de fracturamiento, por lo que la cantidad de agua infiltrada es mayor, acelerando así el flujo y acortando el tiempo de residencia del agua. El clima que predomina en la región, en las zonas planas es templado subhúmedo con lluvias en verano C (w₂) (w) b(i)g⁴.

La población de este municipio tiene como aprovechamiento de agua potable a diversos manantiales y pozos que se encuentran en la comunidad; el manantial El Túnel es uno de los más importantes debido a que suministra de agua potable específicamente a la localidad de La Asunción Tepexoyuca. El manantial La Perita se utiliza para el mismo fin, además dado que se encuentra en una zona rural, también se utiliza para el riego, la ganadería y actividades recreativas. El agua del manantial El Pedregal es utilizada para abastecimiento de agua potable local.

El objetivo de este trabajo es estudiar la asociación de mecanismos de recarga, tiempos de residencia del agua en los acuíferos, mediante una técnica que se desarrollado en el

ININ. En este trabajo se va mostrar la técnica utilizada para determinar radón en el agua y los resultados preliminares de un caso específico de muestreo, ya que este estudio, es parte de un proyecto bilateral México Alemania.

PARTE EXPERIMENTAL

Radón en agua

El radón en agua se determina tanto por el método de centelleo líquido como con un sistema (Alphaguard)

En el centelleo líquido, se realizó una extracción del radón en tolueno antes del análisis. Se toman muestras de agua in situ con los procedimientos ya establecidos para evitar pérdida de gases, burbujeando las muestras de agua y se analiza el contenido de radón.

El sistema AlphaGUARD, para ser usado en operaciones en el campo, está compuesto por un conjunto de accesorios portátiles: AlphaGUARD Monitor System, AquaKIT, AlphaPUMP y AlphaGUARD VIEW/EXPERT.

El AlphaGUARD Monitor System, es la pieza central de un sistema de medición portátil compacto para la determinación de respuestas rápidas y continuas de la concentración de radón y su progenie. El proceso puede ser completado por medio de sensores externos, para el registro continuo de parámetros ambientales (temperatura, humedad y presión del aire). Usa el principio de pulsos de una cámara de ionización (espectroscopia alfa). Puede ser operado independientemente o por medio de suministros externos de energía. Sus rango de operación, Detector: 2 – 2,000,000 Bq /m³, Temperatura; -10 - +50 °C, Humedad Relativa: 0 – 95 %, Presión del aire: 700 – 1100 mbar, sensibilidad del detector: 1 cpm – 20 Bq/m³.

El AquaKIT, es un accesorio del sistema AlphaGUARD. Al usar el AquaKIT, las mediciones de la concentración del radón en muestras de agua, se determinan en forma directa y precisa. Dichas mediciones por un lado, están garantizadas por la calibración del AlphaGUARD que fue realizado con diferentes estándares y por otro lado, el sistema dispone de garantía de calidad integral. Los recipientes de vidrio del equipo AquaKIT tienen un sello hermético que evitan fugas del radón extraído en las muestras de agua, además advierten los cambios rápidos que se presentan en las mediciones incorrectas debido a filtraciones.

El AlphaPUMP, es un accesorio del sistema AlphaGUARD. Consta de una bomba manual para gases, para las operaciones continuas por más de 12 horas por medio de una batería. Esta bomba se utiliza para extraer y transportar el gas dentro del ciclo AlphaPUMP - AquaKIT - AlphaGUARD (una vez llena la cámara de ionización del AlphaGUARD). Se puede ajustar gradualmente de 0.03 a 1 L/min

Con el software AlphaGUARD VIEW/EXPERT se presentan los datos medidos para trabajos gráficos rutinarios.

Química del agua de manantiales

Los análisis de componentes químicos mayores en el agua subterránea se realizaron con los métodos reportados por APHA, AWWA, WPCF. Un primer periodo de muestreo se realizó en los manantiales La Perita y El Túnel, obtenidos por medio del equipo de centelleo líquido. En un segundo periodo de muestreo llevado a cabo en octubre del 2004 en los manantiales El Túnel, La Perita y El Pedregal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El radón es un elemento detectable por técnicas desarrolladas en el ININ. El radón proviene del mineral radio, el cual es contenido en forma natural en el subsuelo donde el agua de lluvia recarga los acuíferos. Los diferentes tipos de subsuelo contienen concentraciones variables de minerales en muy pequeñas concentraciones, las cuales no son nocivas para la salud, pero si permiten identificar la procedencia o trayectoria del agua de lluvia en el proceso de recarga de los acuíferos y determinar tiempos de residencia.

En el manantial El Túnel se presentaron los valores promedio mayores de radón con respecto a La Perita donde se obtuvieron valores menores. Tanto en los manantiales de El Túnel como en la Perita, los valores máximos de la concentración de radón se observaron al finalizar la época de lluvias y al inicio de la época de estío respectivamente. Este incremento puede deberse a los aportes de la recarga de acuíferos que permite el arrastre del radón de otras vías alternas de infiltración del agua de lluvia, así como al tipo de roca por donde circula el agua aunado a su tiempo de residencia. No se presentaron valores anómalos durante el periodo de muestreo. La concentración de radón disuelta en el agua de los manantiales La Perita, El Túnel y El Pedregal se encuentran por debajo de los límites permisibles en agua potable según la EPA), que establece como máximo⁵ 11.3 Bq L⁻¹ .

Se observo en los manantiales de La Perita, El Túnel, se registraron pequeñas variaciones del pH durante el periodo de muestreo, alcanzando los valores máximos dentro de la época de estiaje. La temperatura se mantuvo constante durante el tiempo de muestreo. La conductividad eléctrica indica el grado de mineralización que presenta el agua como resultado de la interacción con los materiales que componen los estratos geológicos del acuífero. En nuestro caso, los resultados pueden estar asociados con las temperaturas bajas que presenta el agua, no permitiendo el incremento de la solubilidad de los minerales, además de indicar una rápida circulación del agua desde la zona de recarga hasta el afloramiento.

En cuanto a los elementos químicos mayores se observo; El calcio (Ca²⁺), se presenta cuando el agua ha circulado por rocas ígneas las cuales liberan calcio, El magnesio (Mg²⁺), este ión se encuentra en menores cantidades que el calcio. La concentración

de potasio (K^{1+}), su presencia se debe a la liberación de productos solubles durante la descomposición meteórica de las rocas ígneas por lo que la presencia de estos iones depende de la geología local. El bicarbonato (HCO_3^{1-}), en aguas subterráneas los bicarbonatos se obtienen por la disolución del bióxido de carbono (CO_2) atmosférico o del suelo. Los cloruros (Cl^{1-}), los cloruros participan en la mineralización de las aguas subterráneas, ya sea por contaminación salina o por soluciones con otros minerales. Los valores del nitrato (NO_3), La mayor parte del ion nitrato en las aguas subterráneas no es elevado, procede de descargas de contaminantes en las aguas superficiales o infiltraciones por aguas superficiales contaminadas por elementos químicos agrícolas, industriales y urbanos. Ocasionalmente es un indicador de la contaminación. los valores obtenidos se encuentran dentro del límite permisible en agua potable^{6,7}. El valor promedio del sodio (Na^{1+}), se debe a que las rocas por donde ha circulado el agua son ígneas y de la concentración de agua de lluvia. Los valores de sulfatos (SO_4^{2-}) El contenido de sulfatos en aguas subterráneas se debe a los sulfatos de calcio, sodio, magnesio y a la oxidación de sulfuros de rocas ígneas⁸.

Para la clasificación del agua subterránea se tomaron los resultados representativos de la época de estiaje y de lluvias se observó el tipo de agua HCO_3-Ca/Mg^{2+} perteneciente al tipo de agua bicarbonatada cálcica y/o magnésica, las aguas subterráneas de este tipo son aguas meteóricas de reciente infiltración.

El agua del manantial el Túnel presenta una excelente calidad la cual refleja la composición química de las rocas que forma el acuífero por donde circula el agua; con respecto a La Perita y El Pedregal la calidad no es menor, indicando que los manantiales proceden del mismo acuífero.

CONCLUSIONES

De los análisis fisicoquímicos y radioquímicos realizados en las muestras de agua estudiados, se deduce que se tratan de aguas de buena calidad para el consumo humano ya que estos están dentro de los límites máximos permisibles en cuanto a su potabilidad de acuerdo a normas nacionales e internacionales. Así mismo se observó que las aguas de los manantiales se trata de un solo acuífero, ya que sus diferencias se deben al tiempo de permanencia del agua dentro del acuífero. Se recomienda realizar más estudios en otros manantiales cercanos a la localidad en cuestión así como en otros tipos de aprovechamiento (pozo de agua potable y/o noria) con el fin de tener un buen control sobre los acuíferos, sobre todo en los mecanismos de recarga y optimizar su calidad y cantidad de agua subterránea.

REFERENCIAS

1. Herrera, M.E., Sanchez-Zavala, J.L., (1994). Estratificación y recursos minerales del Estado de México. Technical Report Secretaria de Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de México, México.

2. Esteller, M.V., Andeu, J.M. (2005). Anthropic effects on hydrochemical characteristics of the Valle de Toluca aquifer (central Mexico). *Hidrogeology Journal*, Vol. 13-2, 378-390.
3. Gutiérrez A.P. (1997). *Monografía Municipal de Ocoyoacac*. Instituto Mexiquense de Cultura
4. García, E., (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen*. Instituto de Geografía. UNAM, México, D.F.
5. EPA. (2002). Environmental Protection Agency. Office of ground water and drinking water. *National Primary and Secondary Drinking Water Regulations*, U.S.A.
6. APHA-AWWA-WPCF. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th edition, American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington D. C.
7. Appelo, C.A.J., Potma, D. (1993) *Geochemistry, groundwater and pollution*.(Eds), A.A.Balkema, Rotterdam.
8. NOM-127-SSA1-(1994). *Salud Ambiental Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamiento a que debe Someterse el Agua para su Potabilización*. Diario Oficial de la Federación. México, 15 de agosto de 1994.