

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, Estado de Querétaro, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

DAVID KORENFELD FEDERMAN, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXV, XXXVI, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 14 fracciones I y XV, y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y 1, 8 primer párrafo, y 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en la meta 4, denominada "México Próspero", establece la estrategia 4.4.2, encaminada a implementar un manejo sustentable del agua, que haga posible que todos los mexicanos accedan a ese recurso, teniendo como línea de acción ordenar su uso y aprovechamiento, para propiciar la sustentabilidad sin limitar el desarrollo;

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado", en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", en el que se establecieron los límites geográficos del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro;

Que el 8 de julio de 2010, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 44 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican", en el que se dio a conocer la disponibilidad media anual del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, obteniéndose una disponibilidad de 2.015993 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2009;

Que el 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, obteniéndose una disponibilidad de 3.085993 millones de metros cúbicos anuales;

Que la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua el 31 de marzo de 2013;

Que el 5 de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", a través del cual en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo;

Que con el Acuerdo referido en el Considerando anterior, se ha evitado el aumento de la extracción de agua subterránea sin control por parte de la Autoridad del Agua, y se han prevenido los efectos adversos de la explotación intensiva, tales como el abatimiento del agua subterránea, con el consecuente aumento en los costos de extracción e inutilización de pozos, la disminución o desaparición de los manantiales, del flujo base hacia el río, así como el deterioro de la calidad del agua, que hubieran generado una situación de peligro en el abastecimiento de los habitantes de la zona e impacto en las actividades productivas que dependen de este recurso;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en el artículo 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, procedió a formular los estudios técnicos del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, con el objetivo de definir si se presentan algunas de las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, para sustentar la emisión del ordenamiento procedente mediante el cual se establezcan los mecanismos para regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que permita llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios, a través del Consejo de Cuenca Río Pánuco, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la cuarta reunión de su Comisión de Operación y Vigilancia, realizada el 9 de abril de 2014 en la Ciudad de San Luis Potosí, Estado de San Luis Potosí, habiendo recibido sus comentarios, observaciones y propuestas; por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS DE AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO VALLE DE AMEALCO, CLAVE 2209, ESTADO DE QUERÉTARO, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO NORTE

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, ubicado en el Estado de Querétaro, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL DEL ACUÍFERO

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se ubica en la porción sur del Estado de Querétaro, en los límites con el Estado de Michoacán y el Estado de México, ocupando una superficie de 304 kilómetros cuadrados y comprende parcialmente al Municipio de Amealco de Bonfil, del Estado de Querétaro; administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte.

Los límites del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

ACUÍFERO 2209 VALLE DE AMEALCO

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	100	15	9.2	20	15	31.8	
2	100	15	8.0	20	16	7.2	
3	100	13	34.8	20	16	20.8	
4	100	9	53.9	20	14	27.7	
5	100	9	56.6	20	9	57.4	
6	100	8	30.8	20	10	47.0	
7	100	3	50.2	20	10	20.2	
8	99	59	50.3	20	5	14.1	DEL 8 AL 9 POR EL LÍMITE ESTATAL
9	100	7	20.2	20	2	21.7	DEL 9 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL
1	100	15	9.2	20	15	31.8	

2. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL ACUÍFERO, VINCULADO CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda por localidad, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 1995, la población total en el área que comprende el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, era de 28,080 habitantes; para el año 2000 era de 28,863 habitantes; para el año 2005 de 29,985 y en el año 2010 de 32,107 habitantes; lo cual representaba el 1.76 por ciento de la población total del Estado de Querétaro. La población que habita en la superficie del acuífero está distribuida en 88

localidades, todas ellas rurales. La tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, evaluada del año 2000 al 2010 fue de 2.15 por ciento anual, que es inferior a la tasa de crecimiento estatal de 2.60 por ciento anual.

Geopolíticamente el acuífero se localiza dentro del Municipio de Amealco de Bonfil. Las principales localidades son Santiago Mexquititlán, Barrio Quinto El Pastoreo con 1,794 habitantes, Santiago Mexquititlán, Barrio Primero con 1,646 habitantes, Chitejé de Garabato con 1,625 habitantes y San José Ithó con 1,587 habitantes.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población, para el año 2030, en la porción del Municipio de Amealco de Bonfil, ubicada en el acuífero, habrá un total de 41,323 habitantes.

En cuanto a la cobertura de agua potable, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, en las localidades rurales ubicadas dentro de los límites geográficos del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, ésta era de 85.8 por ciento, la cual se encontraba por arriba de la media nacional que era de 77.2 por ciento para el mismo año. La cobertura media de alcantarillado para las localidades rurales fue del 54.0 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que fue de 68.9 por ciento.

La población económicamente activa para el año 2010, se estimó en 9,954 habitantes, lo cual equivale al 31 por ciento de la población. En la superficie del acuífero se generó en el año 2010, un Producto Interno Bruto estimado en 2,452.357 millones de pesos, lo cual representa el 1.05 por ciento del Producto Interno Bruto del Estado de Querétaro para el mismo año. La renta per cápita estimada dentro del acuífero para el año 2010, fue de 76,381 pesos por habitante al año; mientras que la del país para el mismo año fue de 111,144 pesos.

Las principales actividades socioeconómicas en los municipios que comprende el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, son las relacionadas con el sector secundario, las cuales generan el 45 por ciento del Producto Interno Bruto producido y emplean al 36 por ciento de la población económicamente activa que habita dentro de los límites del acuífero; en segundo lugar se encuentran las actividades englobadas en el sector terciario, las cuales generan el 41 por ciento del Producto Interno Bruto de esta región y emplean al 27 por ciento de la población económicamente activa, y en tercer lugar se encuentran las actividades pertenecientes al sector primario, representadas dentro de la zona, principalmente por la agricultura y la ganadería, las cuales aportan el 14 por ciento del Producto Interno Bruto y emplean al 37 por ciento de la población económicamente activa. Sin embargo, es la agricultura la actividad que demanda más agua en la región, siendo los principales cultivos sembrados maíz, grano, frijol, avena forrajera en verde, pastos y praderas en verde, trigo forrajero verde, alfalfa verde, durazno y cempoalxóchitl.

En el año 2012, en la porción del Municipio de Amealco de Bonfil, ubicado dentro de los límites geográficos del acuífero Valle de Amealco clave 2209, se sembró una superficie total agrícola de 12,699 hectáreas; correspondiendo el 21 por ciento a superficie sembrada de riego y el 79 por ciento restante, a superficie sembrada de temporal.

La mayor producción pecuaria en el año 2010 para todo el Municipio de Amealco de Bonfil fue de aves en pie (pollos y gallinas), con 8'313,447 cabezas y en segundo lugar el de ganado ovino con 7,648 cabezas.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

De acuerdo a la clasificación de climas de Wilhem Köppen, modificada por Enriqueta García, en la superficie total del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se presenta un clima templado-subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de entre 12 y 18 grados centígrados.

De acuerdo con la información climatológica de 14 estaciones localizadas dentro y en las inmediaciones de los límites geográficos del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, y con un registro histórico de información climatológica que abarca hasta fechas recientes, se generó la configuración de isotermas y de isoyetas, resultando una lámina de precipitación media anual para toda la poligonal del acuífero de 824 milímetros y una temperatura media anual de 14 grados centígrados.

Con base en estos datos y utilizando la metodología de Turc se determinó la evapotranspiración real anual de 585 milímetros. Para el cálculo del escurrimiento específico anual se utilizó el método de uso de suelo para determinar el coeficiente de escurrimiento, obteniendo una lámina de escurrimiento media de 125 milímetros. Finalmente, al despejar del balance hidroclimatológico la infiltración efectiva, se obtuvo una lámina de 114 milímetros.

3.2 Fisiografía y geomorfología

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se encuentra emplazado en la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, también llamado Eje Volcánico Transversal, Sierra Volcánica Transversal o Cordillera Neovolcánica, la cual se caracteriza por ser una cadena de volcanes que atraviesa el país cerca del paralelo 19 grados norte, desde las Islas Revillagigedo en el Océano Pacífico hasta el Golfo de México. La poligonal

del acuífero se localiza dentro de dos subprovincias fisiográficas, la primera denominada Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, que ocupa el 63 por ciento del área de estudio y la subprovincia fisiográfica Mil Cumbres que ocupa el 37 por ciento restante de la zona de estudio. Conforme a la posición que guarda esta provincia fisiográfica, respecto a la zona de subducción, la enorme cantidad de estructuras volcánicas y la composición química de las rocas y la fase tectónica extensional intra-arco, contemporánea al volcanismo, la convierten en uno de los rasgos más representativos de la geología de México.

La porción sur del acuífero Valle de Amealco, clave 2209 se ubica en la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Cabe destacar que la Caldera de Amealco es una de las siete calderas identificadas dentro del Eje Neovolcánico. La Caldera de Amealco posee un diámetro de 11 kilómetros; sin embargo, la porción sur de esta estructura ha sido desplazada por la Falla Epitacio Huerta, la cual limita al Graben de Acambay. La mayor parte de esta estructura se ubica dentro de la subprovincia Fisiográfica Mil Cumbres.

Las topofomas representativas de la Subprovincia Mil Cumbres, que se presentan dentro de los límites geográficos del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, son volcanes en escudo y vasos lacustres de piso rocoso o cementado; mientras que en la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo se encuentran presentes lomeríos de basalto.

Debido al relieve escarpado en la zona serrana, el área de estudio geomorfológicamente se encuentra en una etapa juvenil.

3.3 Geología

El marco geológico donde se emplaza el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, está constituido por tres acontecimientos volcánicos, el más antiguo formado por rocas de composición andesítica y basáltica cuya erupción originó la parte basal de la Caldera de Amealco. En la superficie se puede observar en forma de estructuras volcánicas prominentes respecto a las zonas planas.

Unidades Pre-caldera (Complejo metamórfico y plutónico Tlalpujahua). Las unidades más antiguas las comprenden rocas metasedimentarias del Mesozoico expuestas alrededor de 30 kilómetros al sur de la Caldera de Amealco cerca de Tlalpujahua, Estado de México. Estas rocas metamórficas comprenden esquistos pelíticos de bajo grado, no presentan fósiles y tiene varias edades propuestas que comprenden Triásico, Triásico-Cretácico, Jurásico-Cretácico o Jurásico Superior. La secuencia metamórfica está localmente cubierta por flujos de lava provenientes del Cerro San Miguel, un volcán compuesto más antiguo que la Toba de Amealco. Las rocas volcánicas Pre-caldera son de volcanismo intermedio. Hay varios volcanes de composición intermedia de escoria volcánica, así como también conos de lava que emitieron flujos de lava de composición intermedia. De volcanismo silíceo, entre los volcanes silíceos previos a la caldera, el domo Sierra Tierra Fría destaca en términos de su tamaño con cerca de 20 kilómetros de largo y 12 kilómetros de ancho. Su punto más alto es Cerro Azul localizado a 30 kilómetros al noroeste de la Caldera de Amealco. Numerosas emisiones de ignimbritas fueron producto de la emisión de este tipo de volcanes.

Unidades de Caldera. La Toba de Amealco está compuesta por depósitos piroclásticos dispersos en alrededor de 2,880 kilómetros cuadrados de material traquiandesítico a riolítico. Esta distribución está basada en materiales como las ignimbritas, los depósitos de caída y los depósitos de oleada que fueron producto de las erupciones que tuvieron lugar hace alrededor de 4.7 millones de años. La Toba de Amealco incluye 4 secciones de ignimbritas, cada una mostrando una compleja mezcla de fragmentos pumiciticos y una matriz vítrea de composición andesítica y riolítica. La Toba de Amealco es la más importante que hay en la Caldera en términos de volumen y distribución. Su erupción fue la causa de la formación de la caldera. El nombre de Toba de Amealco fue propuesto por su alto volumen de secuencias piroclásticas arrojadas durante las grandes erupciones volcánicas. Se encuentra en por lo menos 25 kilómetros alrededor de la caldera.

Distribución y volumen de las ignimbritas. Las ignimbritas se encuentran a 45 kilómetros al norte de la caldera, 44 kilómetros al sur, 33 kilómetros al oeste y 20 kilómetros al este de la Caldera de Amealco. Como la Toba de Amealco es una unidad ampliamente dispersa, en ella se sobreponen varias unidades más, que fueron lanzadas por la caldera en su explosión o también por otras fuentes cercanas a la caldera. Por ello es que la Toba de Amealco sirve como un buen marcador estratigráfico distintivo en la región, por su amplia distribución, sus características litológicas que la hacen fácilmente identificable en campo y su buena datación por medio de métodos Potasio-Argón. El volumen total de magma emitido por la caldera fue de 92 kilómetros cúbicos, que incluye La Dacita y Las Palomas, pero excluye a los productos de Las Hormigas, Garabato y El Comal. El 95 por ciento de este magma que fue expulsado es de composición intermedia, desde basáltico, andesítico a traquiandesítico, y sólo el 5 por ciento de este volumen es de composición riolítica. Por lo tanto, la caldera es un centro de composición predominantemente intermedia. Un dato importante que hay que señalar es que la caldera fue desplazada por una falla regional al sur denominada la Falla Epitacio Huerta. Esta falla forma la parte norte de un graben que puede ser considerado como la parte de la continuación oeste del estrecho Graben Acambay. La última unidad desplazada por la Falla Epitacio Huerta ocurrió hace 2.5 millones de años y fue sobre la andesita Garabato. El cono cinerítico El Comal de 2.2 millones de años está en la traza de la falla y sin embargo, no es cortado por ella. Por lo tanto, el desplazamiento que cortó la caldera debió haber ocurrido entre 3.8 y 2.5 millones de años.

Clásticos continentales. Forma una cubierta de aluvión que ocupa un extenso valle que se desarrolla dentro de una cuenca relacionada a una fosa tectónica. En los bordes de los escarpes de las fallas y pie de monte hay depósitos de coluvión. Estos depósitos están compuestos de bloques de andesita, latita e ignimbrita, dentro de una matriz de arena fina. Se ha reportado conglomerado polimictico con espesor de 1 a 3 metros, formado por fragmentos redondeados de andesita y por rocas de composición félsica-intermedia alterados. Los clastos están mal clasificados, poco consolidados dentro de una matriz arcillosa.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se encuentra dentro de dos regiones hidrológicas la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, en su porción suroccidental y la Región Hidrológica 26 Pánuco, en la porción norte. Las subcuencas que se encuentran parcialmente dentro del acuífero y que pertenecen a la Región Hidrológica 26 son Drenaje Caracol y Río Prieto, mientras que las subcuencas que se presentan dentro de la poligonal del acuífero y que corresponden a la Región Hidrológica 12 son Río Tigre y Río Atlacomulco-Paso de Oveja, siendo esta última la subcuenca más extensa dentro de los límites del acuífero. La corriente superficial principal la forma el Río Lerma que pasa por el límite suroeste de la zona, cuya condición es de carácter perenne. Hace algunas décadas en épocas de lluvias, los volúmenes de agua escurridos eran colectados y conducidos por los tributarios desde las zonas altas hacia el cauce del Río Lerma; cuando los escurrimientos sobrepasaban el nivel máximo de retención, ocurrían desbordes que inundaban las áreas ribereñas. Con el fin de controlar las avenidas, el cauce del río fue rectificado hace varias décadas diseñando un nuevo curso casi paralelo al primero. Otros ríos y arroyos principales dentro de la zona de estudio son los arroyos Grande, El Tecolote, La Toma y Las Lajas, todos ubicados dentro de la subcuenca del Río Atlacomulco-Paso de Oveja, de carácter intermitente. El cauce principal de la subcuenca del Río Prieto es el Arroyo Grande, también de carácter intermitente. En la zona existen una serie de cuerpos de agua como bordos y presas de diversos tamaños, las cuales sirven como fuentes adicionales de riego y abrevadero, sobre todo en épocas de estiaje, sin embargo, actualmente la mayoría están azolvados. Entre las principales presas que se localizan dentro de la poligonal de este acuífero están La Presa Santiago Mezquititlán, Presa San Carlos, Presa San Miguel Tlaxcaltepec y Presa El Tecolote, todas ellas pertenecientes a la subcuenca Río Atlacomulco-Paso de Oveja, mientras que la Presa El Capulín se localiza en la subcuenca del Río Prieto, perteneciente a la Región Hidrológica 26 Río Pánuco. La superficie del módulo perteneciente al Distrito de Riego 033 Estado de México, es de 1,080 hectáreas y se ubica dentro del Municipio de Amealco, cuenta con 1,297 usuarios; la principal obra hidráulica de este módulo es la Presa Toxi.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El Acuífero

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se desarrolla preferentemente en un paquete de depósitos provenientes de erupciones volcánicas, a ellos corresponden las tobas, principalmente la denominada Toba Amealco; igualmente se encuentran ignimbritas y basaltos fracturados intercalados en el medio, hacia las zonas de planicie en la parte superior y cubriendo a las tobas se encuentran algunos depósitos aluviales. De acuerdo a la división de unidades hidrogeológicas, el medio granular está constituido por depósitos fluviales, aluviales, materiales vulcanosedimentarios y materiales conglomeráticos. En este medio existen intercalaciones del medio fracturado constituido por basaltos e ignimbritas. Dentro del medio granular constituido por depósitos fluviales, conglomerático areno-arcilloso el acuífero es libre, cubre una superficie del orden de 25 kilómetros cuadrados, en él se localizan algunos pozos y norias, que alcanzan 15 metros de profundidad, los niveles freáticos alcanzan profundidades del orden de 3 a 6 metros. En el medio granular constituido por depósitos aluviales y volcánico, areno-arcillosos pumíticos donde se presentan intercalaciones de derrames basáltico-andesíticos el acuífero es del tipo semiconfinado, y es explotado a través de la mayor parte de los pozos localizados en la zona a profundidades del orden de 200 metros. La profundidad promedio del nivel estático es del orden de 30 metros. En las áreas donde se localizan acuíferos en medios fracturados constituidos por las ignimbritas, arenas y cenizas volcánicas alteradas a arcillas y basaltos, el acuífero es de tipo semiconfinado, en él existen unos pocos pozos con profundidades del orden de 230 metros, siendo la profundidad promedio al nivel estático en estas zonas del orden de 110 metros.

5.2 Niveles del agua subterránea

El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros y oquedades del subsuelo. La profundidad al nivel de saturación del agua subterránea o nivel estático, oscila entre 10 y 100 metros, correspondiendo los valores más bajos a las zonas bajas y cercanas al Río Lerma, estos valores se incrementan de 20 a 50 metros hacia la parte central del área, localizándose los valores más altos hacia las faldas de las partes topográficamente altas, donde se localiza el Cerro El Gallo.

La elevación piezométrica del agua subterránea con respecto al nivel del mar varía entre 2,330 metros sobre el nivel del mar en la porción sureste del acuífero, cerca del cauce del Río Lerma, hasta los 2,450 metros sobre el nivel del mar, en la parte noreste del valle, siendo por lo tanto la dirección del flujo subterráneo de noreste a suroeste en la zona de recarga, siguiendo la misma trayectoria de los afluentes del Río Lerma.

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, presenta un flujo que muestra un comportamiento semejante en las últimas décadas, es decir, la recarga principal se origina de la infiltración del agua de lluvia que se presenta en áreas permeables de las partes altas y bajas de la zona. Por otro lado, aun cuando los efectos del bombeo se aprecian a través de abatimientos reducidos del nivel estático, el esquema general de flujo ha variado poco y la presencia de manantiales y norias manifiestan que el acuífero se encuentra en una etapa de equilibrio hidrogeológico. De acuerdo con la configuración de la elevación del nivel estático, la recarga principal del acuífero proviene de las partes altas ubicadas al norte del área y que fluye con dirección noreste-suroeste; tendiendo hacia las partes bajas del valle y hacia las inmediaciones del Río Lerma; asimismo, se aprecia una recarga proveniente de la zona oriental, con flujos que presentan dirección perpendicular a la dirección del cauce del Río Lerma.

En un periodo de 12 años, se observó que la evolución del nivel de saturación del agua subterránea osciló entre 0 y -5.0 metros, con promedio del orden de -2.5 metros, lo cual significa abatimientos de 21 centímetros por año en promedio; sin embargo, también se registraron recuperaciones de los niveles del agua subterránea del mismo orden, por lo que los abatimientos señalados se consideran estacionales y por lo tanto se concluye que el acuífero se mantiene en equilibrio.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

Según la información del censo de captaciones de agua subterránea llevado a cabo en 2010 por la Comisión Nacional del Agua, se registraron 55 aprovechamientos, de los cuales 6 se encuentran inactivos y 49 se encuentran activos. De acuerdo al tipo de captación, 6 son manantiales y 49 son pozos. Del total de aprovechamientos activos, 34 se emplean en el uso agrícola, 13 se emplean en el uso doméstico y/o público-urbano, 1 pozo se emplea en el uso pecuario y uno más tiene un uso múltiple.

De los pozos activos, se extrae un volumen total de 11.2 millones de metros cúbicos anuales. Respecto a la extracción por uso, los pozos utilizados para el uso público-urbano y doméstico, en conjunto extraen 1.7 millones de metros cúbicos anuales, lo cual representa el 15 por ciento del volumen total extraído; mientras que el uso agrícola, extrae 9 millones de metros cúbicos anuales a través de pozos, que corresponde al 80 por ciento del total extraído. Los pozos destinados a usos múltiples extraen en conjunto 0.5 millones de metros cúbicos anuales, lo cual representa el 5 por ciento del volumen total de extracción. Adicionalmente, se descarga a través de manantiales un volumen de 0.8 millones de metros cúbicos anuales destinados al uso agrícola.

5.4 Calidad del agua subterránea

El agua subterránea del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en general es de baja salinidad y pertenece a la familia del tipo bicarbonatada-sódica, el sodio proviene de las rocas ígneas y de concentración por evaporación de aguas de lluvia. La concentración del bicarbonato, que depende de las reacciones entre el bióxido de carbono de la atmósfera y el agua, revela que el agua subterránea es de origen meteórico, de reciente infiltración.

Los manantiales pertenecen a dos familias de agua, la primera de tipo bicarbonatada-sódica, localizada hacia el poblado de San Miguel Tlaxcaltepec y la otra de tipo bicarbonatada-cálcica, localizada en Las Fuentes, ubicada al norte de la Presa La Charrasca; esto se debe a la heterogeneidad litológica. Asimismo, el mecanismo de flujo se lleva a cabo a través de medios fracturados, originando manantiales por contraste litológico.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que en general el agua subterránea es de origen meteórico, y de reciente infiltración, lo que significa que el tiempo de contacto e interacción entre el agua subterránea y el medio geológico ha sido muy corto, por lo que el agua subterránea del acuífero es apta para todos los usos, ya que las concentraciones de los diferentes iones no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

5.5 Modelo conceptual del acuífero

El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, está integrado por el medio granular y el medio fracturado, relacionados con la caldera volcánica que depositó los materiales geológicos por donde circula el agua subterránea.

Para la zona norte de la caldera, la densidad de fracturamiento de la roca ignimbrítica permite la circulación subterránea, donde los niveles piezométricos se encuentran a profundidades mayores de 70 metros (pozo Quiotillos, el de agua potable de Amealco y Champimex).

El acuífero es libre y anisotrópico en cuanto a la conductividad hidráulica, parámetro que depende de la densidad de fracturamiento. El esquema de flujo subterráneo presenta una recarga principal que se genera por infiltración de agua de lluvia en las áreas permeables y por los escurrimientos superficiales formados por arroyos tributarios y de las corrientes superficiales, como es el caso del Río Lerma, el cual tiene una

interrelación muy estrecha con el acuífero ya que se drena hacia él. Por otro lado, hacia la ladera sur de la caldera, se establece un acuífero granular y libre, con niveles de saturación someros y mayor presencia de obras subterráneas. La estructura en la que se encuentra esta parte del acuífero es una fosa tectónica que forma parte del Graben de Acambay y que se encuentra rellena tanto por materiales volcánicos derramados, como por aquellos de caída libre piroclásticos. Las líneas de flujo tienen una dirección preferencial de oriente a occidente. La salida subterránea se registra en la parte sur del poblado de Chitejé de Garabato, también paralela a la salida superficial del Río Lerma.

El flujo de agua mantiene un gradiente hidráulico relativamente homogéneo en la zona de mayor concentración de aprovechamientos, con valores de entre 0.002 y 0.006 en la entrada y de 0.002 al 0.003 en la salida.

5.6 Balance de agua subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, es de 22.5 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 13.5 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo horizontal, proveniente de las sierras que rodean a la zona de almacenamiento, 6.2 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical por lluvia y 2.8 millones de metros cúbicos anuales por recarga inducida producida por retornos de riego.

La descarga del acuífero está integrada por 0.6 millones de metros cúbicos anuales de evapotranspiración de los niveles someros del agua subterránea a través de las raíces de las plantas, 9.9 millones de metros cúbicos anuales de salidas subterráneas horizontales hacia el norte, 0.8 millones de metros cúbicos anuales de descarga a través de manantiales y 11.2 millones de metros cúbicos anuales que se extraen del acuífero a través del bombeo de pozos. El cambio de almacenamiento en el acuífero es de cero millones de metros cúbicos anuales, lo cual significa que el acuífero se encuentra en equilibrio.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se determinó considerando una recarga media anual de 22.5 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 0.8 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la descarga de los manantiales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013, de 18.614007 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 3.085993 millones de metros cúbicos.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2209	VALLE DE AMEALCO	22.5	0.8	18.614007	11.2	3.085993	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones, en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 21.7 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

7. SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Actualmente, en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se encuentra vigente el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la totalidad de la superficie del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se prohíbe la perforación de

pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

8. PROBLEMÁTICA

8.1 Riesgo de sobreexplotación

El Acuífero Valle de Amealco, clave 2209, es un sistema geohidrológico en condiciones de equilibrio, ya que las salidas de agua del sistema son de la misma magnitud que las entradas.

Sin embargo, la creciente demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la región; podrían ocasionar la sobreexplotación del agua subterránea en el acuífero, implicando el riesgo de que se generen los efectos negativos de la explotación del agua subterránea, tanto para el ambiente, como para los usuarios del recurso, por lo que, es de interés público controlar la explotación, uso y aprovechamiento del agua subterránea.

Actualmente, aun con la existencia del Acuerdo General referido en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, existe el riesgo de que se generen los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización del nivel del agua subterránea, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación y proteger al acuífero de un significativo desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, la disponibilidad media anual de agua subterránea es de 3.085993 millones de metros cúbicos anuales, por lo que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para continuar con la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
- El acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se encuentra sujeto a las disposiciones del "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013.
- Dicho Acuerdo General, junto con el reducido desarrollo sociodemográfico y económico que se presenta dentro de los límites geográficos del acuífero, han permitido mantener el equilibrio geohidrológico y prevenir los efectos de la explotación intensiva; sin embargo persiste el riesgo de que la extracción supere la capacidad de renovación del acuífero, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la disminución o incluso la desaparición de los manantiales y del caudal base hacia los ríos; así como el deterioro de la calidad del agua subterránea en detrimento de los usuarios de la misma.
- El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proponga al titular del Ejecutivo Federal; mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Valle de Amealco, clave 2209, se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección, mejoramiento, conservación y restauración de acuíferos; a la atención prioritaria de la problemática hídrica; al control de la extracción y de la explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento legal para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones, y con ello se organizará a todos los concesionarios y asignatarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Decretar el ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, y que en dicho acuífero quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.
- Una vez establecido el ordenamiento procedente, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto tenga establecidos la Comisión Nacional del Agua.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Valle de Amealco, clave 2209, en el Estado de Querétaro, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, que se ubican en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, México, Distrito Federal, Código Postal 04340, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en la Dirección del Organismo de Cuenca Golfo Norte, ubicada en Calle Libramiento Emilio Portes Gil número 200, Colonia Miguel Alemán, Código Postal 87030, Ciudad Victoria, Tamaulipas; en la Dirección Local Querétaro, ubicada en Avenida Hidalgo número 293, Fraccionamiento Las Campanas, Santiago de Querétaro, Querétaro, Código Postal 76010.

México, Distrito Federal, a los 7 días del mes de abril de dos mil quince.- El Director General, **David Korenfeld Federman**.- Rúbrica.

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Moctezuma, clave 2210, en el Estado de Querétaro, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

DAVID KORENFELD FEDERMAN, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXV, XXXVI, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 14 fracciones I y XV, y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y, 1, 8 primer párrafo, y 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en la meta 4, denominada “México Próspero”, establece la estrategia 4.4.2, encaminada a implementar un manejo sustentable del agua, que haga posible que todos los mexicanos accedan a ese recurso, teniendo como línea de acción ordenar su uso y aprovechamiento, para propiciar la sustentabilidad sin limitar el desarrollo;

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado”, en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Moctezuma, clave 2210, en el Estado de Querétaro;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos”, en el que se establecieron los límites geográficos del acuífero Moctezuma, clave 2210, en el Estado de Querétaro;