

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales del acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.

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

ROBERTO RAMÍREZ DE LA PARRA, 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 Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo;

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 del acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, y se actualizó su disponibilidad media anual de agua subterránea, obteniéndose un valor de 58.984304 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008;

Que la Comisión Nacional del Agua en el año 2008, realizó estudios hidrogeológicos que permitieron actualizar el conocimiento del acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, así como actualizar el balance de agua subterránea y su disponibilidad media anual de agua subterránea;

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 Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, obteniéndose una disponibilidad de 12.285401 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013;

Que el 20 de abril de 2015, 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 Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, obteniéndose una disponibilidad de 10.927961 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014;

Que la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea para el acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, 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;

Que en el acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el

19 de agosto de 1954, que cubre una extensión de 415.0 kilómetros cuadrados en la porción oeste del acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo;

- b) "DECRETO que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las cuencas de las lagunas de Tohac y Tecocomulco, en los estados de Hidalgo, Puebla y Tlaxcala", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1957, que cubre una extensión de 318.4 kilómetros cuadrados en la porción este del acuífero Apan, clave 1320;
- c) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, en su extremo Este, 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 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 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 Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, 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 del Valle de México, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la cuarta sesión ordinaria de su Comisión de Operación y Vigilancia, realizada el 22 de octubre de 2015, en el Municipio de Ecatepec, Estado de México, 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 LAS AGUAS NACIONALES DEL ACUÍFERO APAN, CLAVE 1320, EN EL ESTADO DE HIDALGO, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Apan, clave 1320, ubicado en el Estado de Hidalgo, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Apan, clave 1320, se localiza al sureste del Estado de Hidalgo, cubre una extensión de 733.2 kilómetros cuadrados y comprende parcialmente a los municipios de Apan, Almoloya, Tepeapulco, Emiliano Zapata y Tlanalapa, del Estado de Hidalgo. Administrativamente, el acuífero pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.

Los límites del acuífero Apan, clave 1320, 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 1320 APAN

| VÉRTICE | LONGITUD OESTE | | | LATITUD NORTE | | | OBSERVACIONES |
|---------|----------------|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------|
| | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | |
| 1 | 98 | 36 | 15.3 | 19 | 46 | 2.4 | |
| 2 | 98 | 36 | 19.7 | 19 | 46 | 48.8 | |
| 3 | 98 | 32 | 11.8 | 19 | 49 | 44.4 | |
| 4 | 98 | 31 | 1.2 | 19 | 49 | 12.2 | |
| 5 | 98 | 25 | 20.8 | 19 | 48 | 38.3 | |
| 6 | 98 | 19 | 55.3 | 19 | 47 | 57.6 | |

| | | | | | | | |
|----|----|----|------|----|----|------|------------------------------------|
| 7 | 98 | 17 | 54.1 | 19 | 47 | 11.5 | |
| 8 | 98 | 13 | 55.6 | 19 | 45 | 19.4 | |
| 9 | 98 | 13 | 22.5 | 19 | 46 | 42.9 | DEL 9 AL 10 POR EL LÍMITE ESTATAL |
| 10 | 98 | 15 | 17.5 | 19 | 43 | 0.5 | DEL 10 AL 11 POR EL LÍMITE ESTATAL |
| 11 | 98 | 39 | 50.8 | 19 | 36 | 17.5 | DEL 11 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL |
| 1 | 98 | 36 | 15.3 | 19 | 46 | 2.4 | |

2. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en la superficie del acuífero Apan, clave 1320, para el año 2010, vivían 116,357 habitantes, ubicados en 182 localidades, de las cuales 5 correspondían a localidades urbanas y concentraban a 83,966 habitantes, y las 177 localidades restantes son clasificadas como rurales, donde vivían 32,391 habitantes. Las principales ciudades ubicadas dentro del acuífero son Fray Bernardino de Sahagún o Ciudad Sahagún con 28,556 habitantes, Apan con 26,642 habitantes, Tepeapulco con 15,244 habitantes, Emiliano Zapata con 8,722 habitantes y Almoloya con 4,802 habitantes. Las principales localidades rurales son Lázaro Cárdenas con 2,381 habitantes, Chimalpa Tlalayote con 2,363 habitantes, Santa Bárbara con 1,763 e Irolo con 1,759 habitantes.

La tasa de crecimiento poblacional para el periodo comprendido del año 2005 al año 2010 en la región que comprende el acuífero es de 1.4 por ciento, menor a la tasa estatal de 2.78 por ciento anual, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Con base en las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población y con los datos de los censos de población realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se prevé que en la superficie del acuífero Apan, clave 1320, para el año 2030, la población en la superficie del acuífero será de 136,276 habitantes.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, el índice de rezago social en el año 2010, en los municipios comprendidos en el acuífero se clasifica como bajo y muy bajo. Los municipios clasificados con un índice de rezago social muy bajo son Apan, Tepeapulco y Emiliano Zapata, que se localizan hacia la porción centro-oriental del acuífero. Por su parte, el Municipio de Almoloya, clasificado con un índice bajo, se localiza en la zona oriental del acuífero.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía clasifica a la población económicamente activa en tres grandes sectores; el sector primario, que incluye todas las actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas; el sector secundario se caracteriza por el uso predominante de maquinaria y de procesos para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario e incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias y el sector terciario dentro del cual no se producen bienes materiales, sino que se reciben los productos elaborados en el sector secundario, e incluye las comunicaciones, servicios, transporte, comercio y turismo.

Las principales actividades son la agricultura y la ganadería. En la agricultura destaca el cultivo de avena, avena forrajera, maíz, frijol y cebada, con una superficie sembrada de 55,904 hectáreas. La región se caracteriza por la producción de ganado bovino, porcino, caprino y aves de corral. La agricultura mantiene prácticas agrícolas tradicionales, con unidades de producción menores a cinco hectáreas con preponderancia al autoconsumo y desarrollada en los suelos erosionados y con cultivos de temporal; las lluvias y granizadas frecuentes, o heladas a destiempo, no favorecen el desarrollo de la agricultura; estas circunstancias favorecen el proceso de cambio del sector primario hacia la industria, el comercio y los servicios en general. El sector secundario dentro del acuífero Apan, clave 1320, es representado por la industria manufacturera, la cual absorbe el 33 por ciento de la población económicamente activa. El sector Terciario presenta una concentración mayor de población económicamente activa, alcanzando el 52 por ciento, enfocándose sobre todo en el comercio.

En los municipios de Apan, Tepeapulco y Almoloya, la actividad agrícola, industrial, turística y de servicios es muy importante y el acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de estas localidades, lo que permite inferir que exigirá cada vez mayor demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes e impulsar las actividades económicas en la región.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

En la superficie del acuífero Apan, clave 1320, predomina el clima templado húmedo-subhúmedo con abundantes lluvias en verano, con un porcentaje de precipitación invernal menor del 5 por ciento.

La temperatura media anual en la superficie del acuífero es de 14 grados centígrados; el periodo más caluroso del año corresponde a los meses de abril y mayo, mientras que en los meses de diciembre a febrero, se han registrado las temperaturas más bajas. La precipitación media anual es de 628 milímetros, el periodo de lluvias abarca los meses de junio a septiembre, siendo septiembre el mes con mayor incidencia de lluvias, alcanzando valores de precipitación cercanos a los 200 milímetros, mientras que el periodo que va de diciembre a marzo es el más seco, destacando el primer trimestre del año con precipitación de 20 milímetros. La evaporación potencial media anual es de 1,550 milímetros; existe una constante evaporación durante todo el año, con un valor mínimo mensual de 100 milímetros de evaporación, caracterizándose el mes de mayo con valores superiores a los 200 milímetros, manifestando una relación directa con el incremento de temperatura en la zona.

3.2. Fisiografía y geomorfología

El acuífero Apan, clave 1320, se localiza dentro de la Provincia Eje Neovolcánico. Esta provincia se caracteriza por su enorme extensión y gran espesor de rocas ígneas, producto de la actividad volcánica del Terciario, así como por la presencia de estructuras volcánicas en forma de domos y derrames riolíticos, conos cineríticos, mesetas de piroclásticos y derrames de basalto que ocupan la parte sur del Estado de Hidalgo.

La superficie del acuífero Apan, clave 1320, se caracteriza por la existencia de extensas zonas planas llamadas Llanos de Apan, las que en la porción poniente, norte y noreste, se encuentran limitadas por elevaciones topográficas correspondientes a conos volcánicos, entre los que destacan los cerros Zontepec, Santa Ana, Peñitas, Viejo de Tultengo, Almoloya y Coronilla.

Destaca la sierra ubicada al sur de Apan que divide en dos partes a los Llanos de Apan, los ubicados en el norte de Emiliano Zapata y los que se encuentran entre Almoloya y la Laguna San Antonio de Atocha. Básicamente, se puede observar que la morfología de esta provincia es variada, donde se presentan diversos tipos de estructuras volcánicas bien conservadas, como son conos cineríticos, volcanes compuestos y volcanes escudo, además de extensos derrames basálticos.

3.3 Geología

La geología del acuífero Apan está constituida por rocas que van desde el Cretácico hasta el Reciente, formadas por procesos volcánicos y tectónicos que se han desarrollado desde el Eoceno. Durante este periodo se inició un conjunto de procesos eminentemente volcánicos, evidenciados por la presencia de importantes espesores de lava, toba y brecha, mientras que durante el Mioceno temprano predominaron las erupciones de andesita y dacita, con un espesor promedio de 600 a 700 metros. Esta actividad magmática y tectónica generó rocas volcánicas y un extenso fracturamiento con una orientación este-oeste.

La evolución geológica de la región que corresponde al acuífero Apan, clave 1320, presenta los siguientes eventos:

Durante el Mioceno Medio el vulcanismo fue de tipo andesítico, con diferentes manifestaciones volcánicas, con el emplazamiento de estratovolcanes y domos volcánicos con características explosivas sobre zonas de debilidad con dirección noroeste-sureste, las cuales se relacionan a la Andesita El Peñón. Por otro lado, se emplazaron una serie de mesetas volcánicas a través de fracturas, las cuales están relacionadas con la Andesita Apan.

Hacia el Mioceno Tardío existió un vulcanismo básico representado por el basalto El Cholón. La Riolita Chignahuapan termina con el ciclo volcánico del Mioceno caracterizado por un vulcanismo ácido, iniciando con la emisión de derrames de dacitas y riolitas y posteriormente con un vulcanismo de tipo explosivo con la emisión de abundantes ignimbritas. Las rocas del Mioceno fueron afectadas por fallas de desplazamiento lateral izquierdas con rumbo noreste-suroeste. Evidencias de esta cinemática es la presencia de estrías horizontales con escalones que indican un movimiento izquierdo y el arreglo escalonado con los afloramientos de las rocas del Mioceno.

Durante el Plioceno, después de un lapso o interrupción volcánica, la región experimentó un nuevo ciclo volcánico. Por un lado inicia el vulcanismo explosivo de la Caldera de Aocolco, originado hace 3 y 2.6 millones de años y finaliza alrededor de los 0.24 millones de años. Hacia el oriente de esta estructura se desarrollan una serie de volcanes andesíticos, los cuales presentaron una actividad explosiva con depósitos de avalancha y estructuras de colapso representadas por las Calderas de Aocolco y Chichicuatla.

Para el Pleistoceno las fallas que anteriormente presentaron un movimiento lateral izquierdo se reactivaron con movimiento normal, formando una geometría extensional de tipo semifosa. Esta estructura obedeció a un campo de esfuerzos con una componente mayor en la vertical, que además ocasionó que los bloques delimitados por las fallas fueran basculados en dirección este y norte.

Entre los bloques se formaron cuencas ocupadas por cuerpos de agua que recibían abundante sedimentación por parte de los bloques levantados. En este tiempo posiblemente se formó el paleo-Lago de Tecocomulco. Mientras se tenía una dinámica importante entre las fallas normales, sedimentación y levantamiento de bloques, las mismas fallas normales sirvieron como conductos para el ascenso de material magmático. Esta etapa volcánica dio lugar al emplazamiento de los conos de escoria del campo Volcánico Apan-Tezontepec. Este vulcanismo fue muy abundante dentro de la región de estudio, de manera que cerró el desagüe que probablemente tenía la región, formando así el Lago de Tecocomulco. De igual manera, se tienen dentro de la zona del acuífero Apan, las lagunas Llanos de Apan y San Antonio de Atocha.

La sedimentación terrígena proveniente de las montañas que rodean los cuerpos de agua, así como el vulcanismo proveniente de las explosiones plinianas provenientes de la Caldera de Acoculco y el Volcán Tecoloquillo influenciaron fuertemente en la sedimentación de la cuenca durante el Pleistoceno y Reciente.

Otra de las áreas de mayor extensión de rocas volcánicas cuaternarias se localiza al oriente y nororiente de Tizayuca-Atzompa-Textcoco, misma que se extiende hasta la Ciudad Sahagún-Singuilucan, al norte y nororiente de Apan, Hidalgo.

En algunas porciones de estas planicies se presentan en su superficie costras de caliche, lo cual es evidencia de la presencia actual del nivel freático somero y de su relación con la antigua influencia lacustre en muchas de ellas.

Los depósitos aluviales del Reciente rellenan los valles y las zonas topográficamente más bajas de las sierras; consisten de materiales de diferente granulometría, arcillas, arenas y gravas, su espesor es variable e incluye depósitos de sedimentos lacustres.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Apan, clave 1320, queda comprendido en su mayor parte dentro de la Región Hidrológica 26, Pánuco y sólo una pequeña superficie en su extremo oriental, forma parte de la Región Hidrológica 27, Norte de Veracruz. Propiamente el acuífero se encuentra dentro de la Cuenca del Valle de México.

En las extensas planicies denominadas localmente "llanos", ubicados inmediatamente al poniente de la población de Apan, se encuentran algunos arroyos conectados por canales, como el denominado Canal Acopinalco, que auxilia a los escurrimientos superficiales que circulan en general, de los alrededores de la población de Apan, hacia el poniente. El canal mencionado continúa hacia el noroeste, pasando por Ciudad Sahagún, para conectar con el Río Tecocomulco, que continua en dirección poniente.

Por otra parte, los "llanos" ubicados al sur de la población de Apan, presentan escurrimientos provenientes de las elevaciones topográficas del noreste, los cuales al llegar al valle son captados por los canales Mala Yerba y Atocha, que conducen las aguas superficiales, los cuales desembocan en el Lago San Antonio de Atocha. Posteriormente este lago descarga sus aguas a través de un arroyo que circula en dirección al sur.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El acuífero

Las evidencias geológicas, estructurales, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, con presencia de condiciones de semiconfinamiento debido a la presencia de depósitos de arcillas; constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, que conforman los cauces de los arroyos y los valles, cuyo espesor puede alcanzar algunos cientos de metros. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas ígneas extrusivas, integrada por derrames volcánicos, principalmente basaltos, tobas y andesitas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, que en superficie funcionan como zonas de recarga.

Las fronteras que representan barreras al flujo subterráneo, así como el basamento hidrogeológico del acuífero, están representadas por las mismas rocas volcánicas al desaparecer el fracturamiento a profundidad.

La recarga al acuífero se relaciona directamente con una parte de las precipitaciones que ocurren en toda el área de estudio; de igual manera, se tiene otra recarga importante proveniente de los excesos de riego que se lleva a cabo en su mayor parte con agua subterránea de la misma zona de estudio y probablemente en las zonas urbanas por fugas de los sistemas de abastecimiento de agua potable y red de drenaje. Las salidas del acuífero ocurren a través de la extracción por bombeo, manantiales, flujo base hacia el río, evapotranspiración y salida por flujo subterráneo.

5.2 Niveles del agua subterránea

La profundidad al nivel estático en el acuífero Apan, clave 1320, varía de 26 a 120 metros, incrementándose por efecto de la topografía desde el centro de los valles de Apan y Tochac, hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan. Hacia la porción oeste del acuífero, en la comunidad Jaltepec, en el límite con el acuífero Cuautitlán-Pachuca, la profundidad al nivel estático aumenta hasta alcanzar 129 metros, a partir de este punto la profundidad disminuye hacia el este, hasta alcanzar 26 metros, en las

inmediaciones de la comunidad de Apan. En la parte central del acuífero, desde el poblado La Laguna hasta Emiliano Zapata, la profundidad al nivel estático varía de 50 a 60 metros. En la zona de Ocoatepec la profundidad al nivel estático es de 70 metros, incrementado su valor hacia la parte central del acuífero con valores que varían de 80 a 85 metros de profundidad.

La porción este del acuífero se caracteriza por presentar las cargas hidráulicas o elevación del nivel estático con valores más altos, que superan los 2,490 metros sobre el nivel del mar, en la comunidad de Santiago Tetlapayac, disminuyendo hacia el oeste por efecto de la topografía, hasta alcanzar elevaciones de 2,250 metros sobre el nivel del mar en la zona de Ocoatepec de Morelos. Por su parte, en la zona central del acuífero se presentan elevaciones de 2,240 metros sobre el nivel del mar, en la comunidad de Apan y extendiéndose hasta el norte de Zotoluca, bordeando la pequeña sierra formada por los cerros Chulco, La Mina y Tompeatillo, y prolongándose hasta la comunidad Lázaro Cárdenas. Los valores de elevación del nivel estático continúan disminuyendo hacia el oeste hasta alcanzar valores de 2,330 metros sobre el nivel del mar, en la región comprendida entre las comunidades de Jaltepec y Ciudad Sahagún. La distribución de estas curvas denota una clara disminución en la elevación hacia el noroeste, el cual induce a que el flujo del agua subterránea sea hacia esa dirección. Las aportaciones al acuífero por flujo horizontal subterráneo se dan en todo su entorno desde las estribaciones de las sierras que lo rodean. El flujo subterráneo es radial y concéntrico hacia la porción central de los valles; en el valle de Tochac hacia la laguna del mismo nombre, con dirección preferencial hacia el sur y en el valle de Apan, la trayectoria es primero noreste-suroeste y después sureste-noroeste, hacia el acuífero vecino Cuautitlán-Pachuca.

La evolución del nivel estático presenta un ritmo promedio anual de abatimiento de 0.15 metros al suroeste de Emiliano Zapata, norte de Apan y en las inmediaciones de Almoloya; sin embargo, la mayor parte de la superficie del acuífero presenta recuperaciones en la posición de los niveles del agua. De manera general, se puede establecer que los abatimientos son puntuales y casi imperceptibles. Hacia las zonas de recarga se registran recuperaciones promedio de 0.3 metros anuales.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con el censo de captaciones de agua subterránea, realizado por la comisión Nacional del Agua, en el acuífero Apan, clave 1320, existen 58 captaciones de agua subterránea, de los cuales 51 son pozos, 4 norias y 3 manantiales. El volumen total de extracción estimado es de 14.8 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 12.1 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 81.8 por ciento, se destinan al uso público urbano, 1.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden al 7.4 por ciento de la extracción total es utilizado para uso agrícola, 0.5 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 3.4 por ciento, se destinan para uso doméstico y 1.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a 7.4 por ciento, para usos múltiples.

5.4 Calidad del agua subterránea

Los resultados de los análisis físicos y químicos realizados al agua subterránea del acuífero Apan, clave 1320, señalan que su salinidad es baja, con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 300 y 400 miligramos por litro y conductividad eléctrica entre 300 y 500 micro-ohms por centímetro. Con respecto a la familia de agua por ion dominante, predomina el agua de tipo mixta-bicarbonatada y sódica-bicarbonatada. La predominancia del sodio indica el intercambio catiónico que fija el calcio y el magnesio en la matriz arcillosa del acuífero y libera sodio al agua subterránea, a partir del agua de lluvia con poco tiempo de residencia en el acuífero y que circula a través de rocas volcánicas y materiales granulares arcillosos

Al comparar los resultados de los análisis de cada una de las muestras de agua subterránea del acuífero Apan, clave 1320, con los límites máximos establecidos en 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, se concluye que el agua subterránea del acuífero Apan, clave 1320, es apta para consumo humano, ya que no rebasa los límites establecidos por la norma referida.

Respecto a la calidad de agua para riego, ésta se clasificó utilizando el método de Wilcox, a partir del cual se encontró que el agua subterránea del acuífero Apan, clave 1320, es de tipo C1-S1, correspondiente a una baja salinidad y baja relación de sodio intercambiable, apropiada para riego sin restricción alguna.

5.5 Modelo Conceptual

El acuífero Apan, clave 1320, se encuentra constituido por una alternancia de tobas, arenas, arcillas, piroclásticos y derrames de lava, predominantemente de basaltos y andesitas. Con base en la información de sondeos geofísicos, cortes litológicos y de la geología superficial, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, por un estrato de sedimentos aluviales y en su porción inferior por rocas volcánicas fracturadas de composición básica e intermedia, cuyo espesor supera los 200 metros. Las fronteras y el basamento del acuífero están conformados por las mismas rocas volcánicas que se vuelven impermeables cuando desaparece su fracturamiento.

La recarga natural del acuífero es originada, principalmente, por infiltración directa de la lluvia, que produce infiltración continua sobre los extensos afloramientos de rocas volcánicas fracturadas que constituyen las zonas planas y las porciones altas de la zona de estudio. Estas formaciones se caracterizan por su permeabilidad, por lo que funcionan como importantes zonas de recarga hacia el acuífero. Las áreas receptoras más importantes se localizan en la porción oriental de la zona, en las estribaciones de las sierras que delimitan las partes planas, donde la precipitación pluvial es alta y están ampliamente expuestos los afloramientos de secuencias volcánicas. Existe una salida de agua subterránea en dirección noroeste, a la altura de Ciudad Sahagún, a través de un estrechamiento topográfico. Debido a que el nivel estático se encuentra a más de 20 metros de profundidad no existe evapotranspiración ni caudal base hacia los ríos.

5.6 Balance de Aguas Subterráneas

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Apan, clave 1320, es de 30.3 millones de metros cúbicos anuales, integrados por 28.0 millones de metros cúbicos anuales que entran por flujo subterráneo, y 2.3 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia.

La salida del acuífero ocurre principalmente a través de las captaciones de agua subterránea, de las que se extraen 14.8 millones de metros cúbicos anuales, así como a través de la salida subterránea de 5.7 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento en el acuífero Apan, clave 1320, se consideró de 9.8 millones de metros cúbicos anuales.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Apan, clave 1320, se calculó considerando una recarga total media anual de 30.3 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida nula y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 19.372039 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 10.927961 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO CENTRO.

| CLAVE | ACUÍFERO | R | DNCOM | VCAS | VEXTET | DAS | DÉFICIT |
|-------|----------|--|-------|-----------|--------|-----------|----------|
| | | CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES | | | | | |
| 1320 | APAN | 30.3 | 0.0 | 19.372039 | 14.8 | 10.927961 | 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 Apan, clave 1320.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 30.3 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, el acuífero Apan, clave 1320, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, que cubre una extensión de 414.0 kilómetros cuadrados en la porción oeste del acuífero Apan, clave 1320;

- "DECRETO que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las cuencas de las lagunas de Tochac y Tecocomulco, en los estados de Hidalgo, Puebla y Tlaxcala", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1957, que cubre una extensión de 318.4 kilómetros cuadrados en la porción este del acuífero Apan, clave 1320;
- "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Apan, clave 1320, en su extremo este, 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 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. Escasez natural de agua

El acuífero Apan, clave 1320, está ubicado en una región con clima templado húmedo o subhúmedo, en la que se presenta una precipitación media anual de 628 milímetros, mientras que la evaporación potencial media anual es de 1,550 milímetros anuales, lo que indica que la mayor parte del agua precipitada se evapora y que el escurrimiento y la infiltración son reducidos.

Dichas circunstancias, además del posible incremento de la demanda del recurso hídrico para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos e implica el riesgo de que se generen los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso.

8.2 Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Apan, clave 1320, la extracción total es de 14.8 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 30.3 millones de millones anuales; sin embargo, en las localidades donde se concentran las captaciones de agua subterránea, existe una tendencia local al abatimiento del nivel de saturación, por lo que de seguir aumentando la extracción existe el riesgo de que el acuífero se convierta en sobreexplotado.

El acuífero Apan, clave 1320, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. El incremento de las actividades agrícolas y de la población, exigirá cada vez mayor demanda de agua para cubrir las necesidades básicas de los habitantes e impulsar las actividades económicas en la región, por lo que, ante un posible aumento en la demanda en los volúmenes de agua extraídos, se corre el riesgo de que la extracción de agua se incremente y rebase el volumen máximo que puede extraerse para mantener en condiciones sustentables al acuífero, generando la sobreexplotación del mismo, situación que pone en peligro el equilibrio del acuífero, la sustentabilidad ambiental y el abastecimiento para los habitantes de la región, impactando a las actividades productivas que dependen del agua y al medio ambiente.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Apan, clave 1320, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

Considerando que el acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua potable, existen posibilidades de que la demanda del agua subterránea se incremente, por lo que, de no establecer a corto plazo un ordenamiento que controle la extracción de agua subterránea en la totalidad de la superficie del acuífero, ésta podría seguir aumentando, rebasando la capacidad de renovación natural del acuífero, con el consecuente riesgo de sobreexplotación, cuyos efectos negativos serían el abatimiento de los niveles de agua subterránea, con la afectación a los ecosistemas asociados, la inutilización de pozos, el incremento de costos de bombeo, deterioro de la calidad del agua subterránea, situación que podría convertirse en un freno para el desarrollo de las actividades productivas que dependen del agua subterránea, lo que impactará negativamente en el ambiente y en el abastecimiento de agua para todos los habitantes.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Apan, clave 1320, existe disponibilidad media anual de aguas subterráneas para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

- El acuífero Apan, clave 1320, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Noveno Considerando del presente. Sin embargo, persiste el riesgo de que la demanda supere el volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo y el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios de la misma.
- El Acuerdo General de suspensión del libre alumbramiento establece que estará vigente en la porción no vedada del acuífero, 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, misma que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Apan, clave 1320.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Apan, clave 1320, 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 y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento del ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de su extensión territorial, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento procedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Apan, clave 1320, la veda establecida mediante el "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954.
- Suprimir en la extensión del acuífero Apan, clave 1320, la veda establecida mediante el "DECRETO que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en las cuencas de las lagunas de Tochac y Tecocomulco, en los estados de Hidalgo, Puebla y Tlaxcala", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1957.
- Decretar el ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Apan, clave 1320, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 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 correspondiente, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que establezca 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 Apan, clave 1320, en el Estado de Hidalgo, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Coyoacán, Ciudad de México, Código Postal 04340; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, en Río Churubusco Número 650, esquina Tezontle, Piso 2, Colonia Carlos A. Zapata Vela, Iztacalco, Ciudad de México, Código Postal 08040, y en la Dirección Local Hidalgo, en Camino Real de la Plata número 429, Lote 75, Supermanzana II, Fraccionamiento Zona Plateada, Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo, Código Postal 42080.

Atentamente

Ciudad de México, a los 29 días del mes de junio de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.

