

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México.**

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 8, primer párrafo, y 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;

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", a través del cual, al acuífero objeto de este estudio técnico se le asignó el nombre oficial de Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México;

Que a través del "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, se modificaron los límites del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, identificados con vértices de la poligonal simplificada en coordenadas geográficas que fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum;

Que el 4 de enero de 2018, 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 Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, obteniéndose un déficit de 22.922986 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015;

Que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 27 de marzo de 2015 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, 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, cuyas disposiciones aplican en un área del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, y
- b) “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron incluidos en la vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 1978, cuyas disposiciones aplican en un área del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506;

Que el acuífero referido se encuentra completamente vedado por los Decretos anteriores, no obstante, dichos instrumentos regulatorios no han sido suficientes para lograr revertir la problemática que a lo largo de estos años ha enfrentado el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, aunado a las condiciones hidrológicas que se precisan en el presente estudio técnico, y a la gran demanda de aguas subterráneas, principalmente para uso público urbano que hay en la región;

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, ha procedido a formular el estudio técnico del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México, con el propósito de determinar si es necesario modificar el marco regulatorio vigente en materia de control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, conforme a las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, y en su caso, sustentar la emisión del ordenamiento procedente, mediante el cual se establezcan los mecanismos para su regulación, que permitan llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la elaboración del estudio técnico, se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca del Valle de México, a quienes se les presentaron los resultados de los mismos en la Nonagésima Sexta Sesión Ordinaria del Grupo Especializado de Ordenamiento, celebrada el 3 de mayo de 2018, en la Ciudad de México, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO CHALCO-AMECAMECA, CLAVE 1506, EN EL ESTADO DE MÉXICO, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA XIII, AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se dan a conocer los resultados del estudio técnico realizado en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, ubicado en el Estado de México, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se localiza en el centro del país, en la zona sureste de la Cuenca de México, en la parte sureste del Estado de México, con una superficie de 2,103 kilómetros cuadrados, el cual comprende totalmente los municipios de Chalco, Amecameca, Tlalmanalco, Cocotitlán, Temamatla, Tenango del Aire, Ayapango, Juchitepec, Ozumba, Atlautla, Tepetlixpa y Ecatzingo, así como parte de los municipios de Valle de Chalco Solidaridad, Ixtapaluca y La Paz, todos ellos del Estado de México. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México.

Los límites del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan en la tabla 1 y corresponden a las establecidas 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.

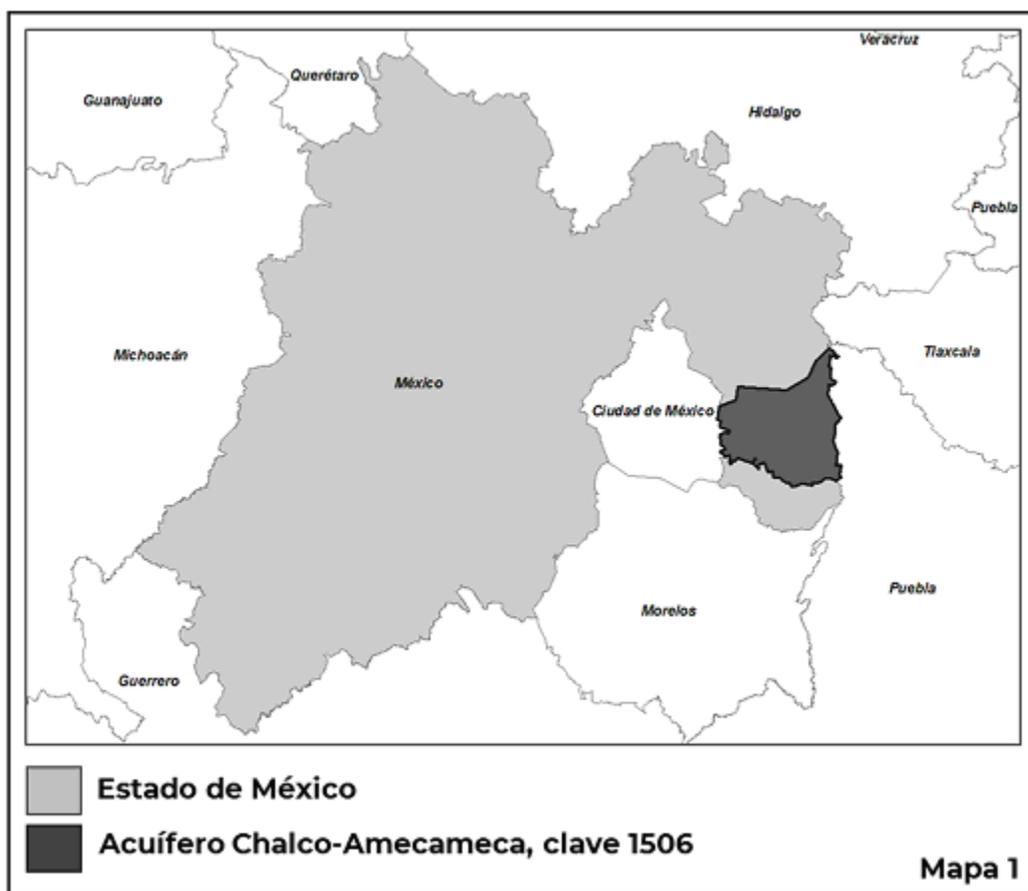
**Tabla 1. Coordenadas que delimitan al acuífero**

**ACUÍFERO 1506 CHALCO-AMECAMECA**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	58	9.3	19	17	24.0	
2	98	55	21.5	19	18	29.8	
3	98	55	1.0	19	20	46.4	
4	98	46	52.6	19	20	6.7	
5	98	43	11.0	19	22	11.6	
6	98	41	51.6	19	25	6.9	
7	98	39	30.5	19	27	18.0	DEL 7 AL 8 POR EL LÍMITE ESTATAL
8	98	38	2.5	19	5	1.8	DEL 8 AL 9 POR EL LÍMITE MUNICIPAL
9	98	48	38.5	19	5	21.2	DEL 9 AL 10 POR EL LÍMITE MUNICIPAL
10	98	57	12.8	19	8	55.7	DEL 10 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL
1	98	58	9.3	19	17	24.0	

Las coordenadas geográficas señaladas, fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum.

Para mayor precisión se ilustra en el siguiente mapa, la ubicación del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en el Estado de México:



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

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2010, la población asentada dentro de los límites del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, era de 1,232,445 habitantes, distribuidos en 254 localidades, de las cuales 29 correspondían a localidades urbanas que albergaban en conjunto 1,178,793, y 225 localidades rurales que en conjunto albergaban a 53,652 habitantes.

Las localidades más pobladas dentro de los límites del acuífero son Xico con 356,352 habitantes, Ixtapaluca con 322,271 habitantes, Chalco de Díaz Covarrubias con 168,720 habitantes, San Buenaventura con 44,761 habitantes, San Jerónimo Cuatro Vientos con 36,778 habitantes, Amecameca de Juárez con 31,687 habitantes, San Martín Cuautlalpan con 23,501 habitantes, San Rafael con 20,873 habitantes, San Mateo Huitzilzingo con 15,389 habitantes, Tlalmanalco de Velázquez con 14,786 habitantes, San Gregorio Cuautzingo con 13,138 habitantes, Santa María Huexoculco con 12,456 habitantes, San Marcos Huixtoco con 12,229 habitantes, San Juan Tezompa con 11,819 habitantes, San Pablo Atlazalpan con 11,236 habitantes, y Santa Catarina Ayotzingo con 10,702 habitantes.

El acuífero abarca totalmente los municipios de Chalco, Amecameca, Tlalmanalco, Cocotitlán, Temamatla, Tenango del Aire, Ayapango, Juchitepec, Ozumba, Atlautla, Tepetlixpa y Ecatingo, así como parte de los municipios de Valle de Chalco Solidaridad, Ixtapaluca y La Paz, todos ellos del Estado de México. En la tabla 2 se presenta la distribución de la población en los municipios comprendidos dentro de los límites del acuífero, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2010, y los Conteos de los años 2005 y 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

**Tabla 2. Población en el acuífero Chalco-Amecameca**

		Conteo 2005	Censo 2010	Conteo 2015
15025	Chalco	257,403	310,130	343,701
15009	Amecameca	48,363	48,421	50,904

15103	Tlalmanalco	43,930	46,130	47,390
15022	Cocotitlán	12,120	12,142	14,414
15083	Temamatla	10,135	11,206	12,984
15089	Tenango del Aire	9,432	10,578	12,470
15017	Ayapango	6,361	8,864	9,863
15050	Juchitepec	21,017	23,497	25,436
15068	Ozumba	24,055	27,207	29,114
15015	Atlautla	24,110	27,663	30,945
15094	Tepetlixpa	16,912	18,327	19,843
15034	Ecatzingo	8,247	9,369	9,414
15122	Valle de Chalco Solidaridad*	332,279*	357,645*	396,157*
15039	Ixtapaluca *	429,033*	467,361*	495,563*
15070	La Paz*	232,546*	253,845*	293,725*
<b>Total</b>		<b>1,475,943*</b>	<b>1,632,385*</b>	<b>1,791,923*</b>

\*Parte de esta población habita fuera de los límites del acuífero

El desarrollo histórico y económico del Valle de México ha ejercido un papel trascendental en el país, debido a su alto desarrollo industrial y poblacional, creando al mismo tiempo una demanda de agua significativa en las diversas zonas de la Cuenca de México, lo que ha ocasionado, de forma continua en las últimas tres décadas, un incremento del número de captaciones de agua subterránea, con el consecuente aumento en los volúmenes de extracción y el desequilibrio del sistema hidrológico natural.

Aproximadamente el 43 por ciento de la población económicamente activa en la superficie del acuífero se dedica al comercio; el 31 por ciento de la población se dedica a servicios, englobando educación, salud y asistencia social; inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles, profesionales, científicos y técnicos; de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas, apoyo a los negocios y manejo de residuos, desechos y de remediación, esparcimiento, culturales, deportivos y recreativos, de reparación y mantenimiento, financieros y de seguros; por otro lado, el 22 por ciento de la población económicamente activa se dedica a la industria manufacturera; mientras que el 1 por ciento a transportes, correo y almacenamiento; el 0.8 por ciento se dedica a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas; el 0.7 por ciento a la minería; el 0.6 por ciento a la construcción; el 0.6 por ciento de la población se dedica a la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, y el 0.3 por ciento a la información en medios masivos y telecomunicaciones.

El principal uso del agua subterránea en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, es el público urbano, que representa el 90 por ciento del volumen total de extracción.

### 3. MARCO FÍSICO

#### 3.1. Climatología

De acuerdo con la clasificación de climas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en la superficie del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, existen cuatro tipos de clima: en la porción centro occidente del acuífero el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, abarcando la mayor área de la zona de explotación; en la parte oriente el clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano; en forma aislada hacia las partes más elevadas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl el clima es frío; en una pequeña área localizada al sur de la población de Tepetlixpa, el clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

En la zona de explotación del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, la temperatura media anual es de 15 grados centígrados, sin embargo, en las zonas de mayor altitud la temperatura media anual varía de 1 a 10 grados centígrados; en las partes de mediana altitud oscila entre 10 y 12 grados centígrados, mientras que en las zonas cercanas al pie de monte como hacia las planicies, varía entre 12 y 16 grados centígrados.

La precipitación media anual en la superficie del acuífero es de 775 milímetros, aunque oscila espacialmente entre 650 y 1,200 milímetros; los valores mínimos de 650 a 800 milímetros se manifiestan en las partes bajas, así como en la planicie del acuífero, y aumenta hacia el sureste, con valores de 1,000 milímetros o incluso de 1,200 milímetros en el volcán Popocatepetl. La evaporación potencial en el área del acuífero es de 1,490 milímetros anuales.

#### 3.2 Fisiografía y Geomorfología

De acuerdo con la clasificación de E. Raiz, modificada por Ordoñez (1964), el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se localiza en la parte central de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, al sureste de la Cuenca de México, y está limitado al norte por las estribaciones de la Sierra de Santa Catarina, constituida por lavas basálticas principalmente y tobas del Plioceno y Cuaternario; al sur limita con la Sierra Chichinautzin de edad cuaternaria, constituida por derrames lávicos vesiculares muy extensos, masivos o lajeados de composición andesítica y basáltica de textura fina a media; por el oriente limita con la Sierra de Río Frío, con orientación norte-sur y conformada en su mayor parte por derrames riódacíticos; hacia el sur esta prominencia se conoce como Sierra Nevada, con estructuras geológicas tan importantes como los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, con elevaciones mayores a 5,000 metros sobre el nivel del mar. Hacia el oeste el acuífero limita con el área chinampera de Tláhuac sobre depósitos lacustres y aluviales, constituidos por cenizas volcánicas, material piroclástico, tobas, brechas y arcillas. En la parte central se localiza el área del extinto lago de Chalco, que corresponde a una planicie lacustre.

A la altura del antiguo nivel de agua del lago, se encuentra un anillo de roca piroclástica de 100 metros de altura y 1,500 metros de diámetro, llamado Cerro El Xico, que se fusiona con otro semejante conocido como El Xico Viejo, resultado de la interacción de magna basáltico con agua.

El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, pertenece a la Faja Volcánica Transmexicana, la cual debe su formación a procesos volcánicos y tectónicos ocurridos a partir del Eoceno Superior y durante los últimos 50 millones de años. La cuenca presenta como elementos geomorfológicos principales las sierras, cerros y lomeríos que bordean al valle y las partes planas que corresponden a una altiplanicie que consta de varias depresiones lacustres en proceso de desecación y pequeñas elevaciones aisladas.

### 3.3 Geología

La geología del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, comprende rocas volcánicas, depósitos piroclásticos, así como sedimentos aluviales, fluviales y lacustres del Terciario y Cuaternario, que a continuación se describen:

Rocas volcánicas. Las Vulcanitas del Terciario no afloran en la superficie, sin embargo estas rocas existen interdigitadas con los depósitos lacustres de la planicie, y consisten de basaltos que se conocen por perforaciones directas a profundidad. Las Vulcanitas del Cuaternario afloran en la porción oriental del acuífero Chalco-Amecameca, formando parte de la Sierra Nevada y representan una importante zona de recarga del acuífero, por su grado de fracturamiento. Las Vulcanitas del Cuaternario Superior ocupan la mayor extensión dentro del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, ocupando los flancos de la Sierra Nevada hacia el noreste, considerando además los depósitos de la Formación Tarango, que forman abanicos volcánicos compuestos de lahares, piroclásticos, ignimbritas, tobas y pómez. Al sur del acuífero, debido a la actividad de la Falla Clarión, tuvieron lugar las emisiones basálticas que formaron la Sierra de Chichinautzin, que cerró la salida de la Cuenca de México hacia el sur; estas rocas se caracterizan por su gran permeabilidad, que le hace funcionar actualmente como área de recarga, tanto hacia los acuíferos de la planicie de Chalco, como hacia Cuernavaca, es decir representa un parteaguas hidrodinámico.

Depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario. La obstrucción de las salidas fluviales hacia el sur originó una gran acumulación de clásticos de origen fluvial y aluvial, con espesores que pueden alcanzar 800 metros de altura. Estos depósitos ocupan las planicies del Valle de Chalco, en la porción noroccidental del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, y están conformados por estratos de cantos rodados, gravas, arenas y cenizas, que se interdigitan con arcillas de origen lacustre, donde se formaron los lagos de Xochimilco y Tláhuac, cubriendo la morfología del antiguo paisaje. Estos rellenos descansan sobre la Formación Tarango en forma discordante.

Geología estructural. El relieve estructural original está íntimamente relacionado con una intensa actividad volcánica, iniciada a principios del Terciario y desarrollada durante el Pleistoceno Inferior. El conjunto de estructuras que caracterizan al relieve de esta provincia evolucionaron sobre una paleogeografía constituida por sedimentos mesozoicos plegados, los cuales corresponden a la Sierra Madre Oriental.

La evolución de los fenómenos volcánicos propició las condiciones para la formación de cuencas endorreicas que posteriormente fueron rellenadas con aportes de materiales volcanoclásticos, los cuales tienen características litológicas de rocas volcánicas depositadas en un medio lacustre y aparecen estratificados. Estos depósitos actualmente se encuentran en una etapa de rejuvenecimiento y están siendo erosionados, pero sus antiguos niveles quedan como remanentes que se observan en formas planas como mesetas.

La cantidad y espesor de este paquete volcánico formado por sucesivas coladas de lavas superpuestas, es testimonio de la durabilidad del fenómeno durante un lapso grande de tiempo, que abarcó desde principios del Terciario hasta épocas recientes. En algunas áreas como en las sierras de Chichinautzin, Nevada y de

Pachuca, se ha calculado que la suma de espesores de las formaciones volcánicas depositadas rebasan los 4,000 metros.

Además existen varios sistemas de fracturas y fallas regionales: En el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se cruzan una serie de megafallas, tales como la línea de fracturamiento llamada Clarión, que rige el vulcanismo en el sur de la cuenca; su formación data del Terciario Superior y su actividad se extiende hasta la fecha.

Geología del subsuelo. Los materiales que constituyen el subsuelo corresponden a intercalaciones de productos volcánicos tales como lavas, tobas y cenizas, así como materiales clásticos transportados por ríos y arroyos, provenientes de las partes topográficamente altas y que circularon hacia los valles; cubriéndolos en espesores variables, se encuentran arcillas y arenas finas que son el producto del sedimento de los antiguos lagos. En el área del valle, se cuenta con tres cortes litológicos que corresponden a los pozos 1, 7 y 13 del Ramal Mixquic, en los que se aprecia que existe una predominancia de materiales arcillosos, como arcillas y tobas pumíticas areno-arcillosas, que se localizan desde el nivel del terreno hasta profundidades superiores a 100 metros. Bajo este material, se localizan clásticos granulares constituidos por arenas finas y gruesas con intercalaciones de grava, que se localizan desde los 100 metros hasta 250 metros de profundidad aproximadamente. Subyaciendo a estos materiales se presentan tobas arenosas.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

La denominada Cuenca de México, en forma natural es de tipo endorreica, sin embargo, se encuentra abierta en forma artificial hacia el norte. Está circundada por montañas de diversas altitudes y la planicie se encuentra cubierta en diferentes partes por depósitos lacustres, producto de lagos que existieron al final de la época glacial. En el Cuaternario Superior, al cerrarse la cuenca, las aguas pluviales y fluviales descargaron en una serie de lagos que se comunicaban entre sí, el Lago de Chalco era el más meridional, en seguida el Lago de Xochimilco, el gran Lago de Texcoco, el Lago Xaltocan y el de Zumpango, en el extremo norte. Este conjunto de lagos, actualmente desecados, en época de lluvias llegan a amenazar con recuperar su espacio a través de inundaciones, así como en otras áreas de la cuenca, a pesar de encontrarse drenados artificialmente, por medio del Gran Canal, el Drenaje Profundo y próximamente por el Túnel Emisor Oriente, actualmente en construcción.

El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, pertenece a la Región Hidrológica 26 Pánuco, dentro de la Cuenca Hidrológica de México, que por su manejo artificial para drenar sus aguas pluviales y residuales, pertenece a la Subcuenca de Chalco. Esta cuenca está dividida en siete acuíferos, el que nos ocupa, se ubica en la porción sureste de la cuenca; colinda al oeste con el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, al norte con el acuífero Texcoco, al sur con el acuífero Cuautla-Yautepec, y al este con el acuífero Valle de Puebla.

La infraestructura hidráulica de la zona de estudio es muy amplia, cuenta con una gran cantidad de obras hidráulicas, como canales, aprovechamientos subterráneos, sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de drenaje incluyendo los ríos principales como el Río Ameca, Río de la Compañía, Canal General, que a su vez desembocan al Dren General del Valle de México.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir que el acuífero Chalco-Amecameca es de tipo semiconfinado, debido a la presencia de material arcilloso que le sirve como confinante. El acuífero está formado por un sistema complejo integrado por tres grandes cuerpos, en su parte superior un paquete arcilloso de alta porosidad, baja permeabilidad y gran heterogeneidad, que forma un acuitardo de espesor variable que actúa como semiconfinante hacia el suroeste. Bajo este paquete se encuentra el acuífero actualmente en explotación, formado por material granular más grueso que el acuitardo, conformado por piroclastos, conglomerados de origen volcánico y material aluvial, cuyo espesor y propiedades hidráulicas son variables. Le subyacen rocas volcánicas fracturadas de un tercer paquete, cuya base llega a estar hasta los 2,000 metros hacia el centro, disminuyendo hacia los márgenes de la cuenca.

Los tres paquetes presentan una amplia variabilidad en sus parámetros hidráulicos como permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, y transmisividad. El material granular y las rocas volcánicas están conectados hidráulicamente. La interrelación del paquete arcilloso con el material granular de mayor granulometría ha quedado demostrada por la subsidencia que afecta la zona.

El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, recibe su recarga proveniente de la lluvia, principalmente en las porciones topográficamente elevadas, en la zona sur, donde prevalecen las rocas ígneas del Cuaternario de la Formación Chichinautzin, constituida por basaltos fracturados, y en la zona oriente, en la Sierra Nevada. Los flujos que provienen de estas zonas altas tienden a seguir su curso hacia la planicie como entradas

subterráneas. Adicionalmente, existe otra fuente de recarga que alimenta al acuífero, y que es la recarga incidental provocada por las fugas de los sistemas de abastecimiento. La descarga principal del acuífero se realiza principalmente por medio de pozos profundos, y algunos manantiales. La gran cantidad de pozos ha causado una sobreexplotación que se manifiesta en un descenso continuo de los niveles del agua subterránea.

### **5.2 Niveles del agua subterránea**

Profundidad al nivel estático. La profundidad al nivel estático en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, medida desde la superficie del terreno, varía de 10 a 80 metros. Las menores profundidades al nivel estático se localizan en la población de Chalco, valores entre 30 y 60 metros en la planicie de Chalco, incrementando la profundidad al nivel estático conforme el terreno natural sube hacia las serranías; particularmente se observa una profundidad al nivel estático de 80 metros al este de Ixtapaluca. Es de señalarse que la superficie con información piezométrica es pequeña comparada con toda el área del acuífero, pero ello se debe a que no existen pozos en las partes topográficamente altas.

Elevación del nivel estático. La configuración de curvas de igual elevación del nivel estático en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, muestra que los flujos de agua subterránea que alimentan al acuífero provienen principalmente de las sierras del sureste, tanto de la Sierra Chichinautzin como de la Sierra Nevada. La recarga de las partes altas del acuífero generan un flujo subterráneo hacia la planicie, a partir de la curva de elevación del nivel estático de 2,225 metros sobre el nivel del mar, y la elevación del nivel estático desciende con un rumbo general noroeste; hasta alcanzar la menor elevación del nivel estático de 2,180 metros sobre el nivel del mar, en los límites con el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México.

Evolución del nivel estático. En un periodo de 15 años se observa un abatimiento de 10 a 30 metros, siendo el promedio de 20 metros en el período, lo que significa un ritmo de abatimiento de aproximadamente 1.3 metros por año. En el perímetro de la configuración se manifiestan los abatimientos menores, fenómeno que es de esperarse por estar en las inmediaciones de las zonas de recarga, en tanto que los mayores abatimientos se presentan en la planicie, donde están operando los pozos y la extracción se concentra. El abatimiento medio de 1.3 metros por año, que se presenta sobre el área de valle o de explotación del agua subterránea, genera un minado al acuífero de 21.0 millones de metros cúbicos anuales.

### **5.3 Calidad del agua subterránea**

La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea, varía de 150 a 1,500 miligramos por litro. Hacia el oriente se presentan las menores concentraciones de sólidos totales disueltos, indicando que la recarga al acuífero proviene desde las serranías, para posteriormente adoptar un flujo general hacia el noroeste donde alcanza la mayor concentración de 1,500 miligramos por litro en la zona del ex-Lago de Chalco, donde rebasa el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro, establecido en la Norma Oficial Mexicana "MODIFICACIÓN de 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. En la zona de recarga y de transición con la montaña, el agua subterránea es de buena calidad y en general cumple con los límites máximos permisibles establecidos por la norma referida

### **5.4 Balance de Agua Subterránea**

De acuerdo al balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, la recarga total media anual que recibe el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, es de 79.3 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 18.9 millones de metros cúbicos anuales de entrada por flujo subterráneo y 60.4 millones de metros cúbicos anuales de recarga vertical a partir de la infiltración de agua de lluvia y recarga incidental, principalmente a partir de las fugas de las redes de distribución de agua.

Las salidas del acuífero están conformadas por el bombeo y las descargas naturales que escapan del acuífero. Este balance de agua ocasiona un cambio de almacenamiento negativo, que indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero, lo que provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea.

## **6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA**

La disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se determinó conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de marzo de 2015, aplicando la siguiente expresión:

$$\begin{array}{r} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} \\ \text{SUBSUELO EN UN ACUÍFERO} \end{array} = \begin{array}{r} \text{RECARGA} \\ \text{TOTAL MEDIA} \\ \text{ANUAL} \end{array} - \begin{array}{r} \text{DESCARGA NATURAL} \\ \text{COMPROMETIDA} \end{array} - \begin{array}{r} \text{EXTRACCIÓN DE AGUAS} \\ \text{SUBTERRÁNEAS} \end{array}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se determinó considerando una recarga total media anual de 79.3 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 3.3 millones de metros cúbicos anuales; y un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 98.922986 millones de metros cúbicos anuales, resultando un déficit de 22.922986 millones de metros cúbicos anuales.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
				VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
<b>CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES</b>									
1506	CHALCO-AMECAMECA	79.3	3.3	98.922986	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-22.922986

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 76.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida, mismo que ha sido rebasado por la extracción desde hace varias décadas.

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

Actualmente, en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se encuentran vigentes los siguientes Decretos de veda de aguas del subsuelo:

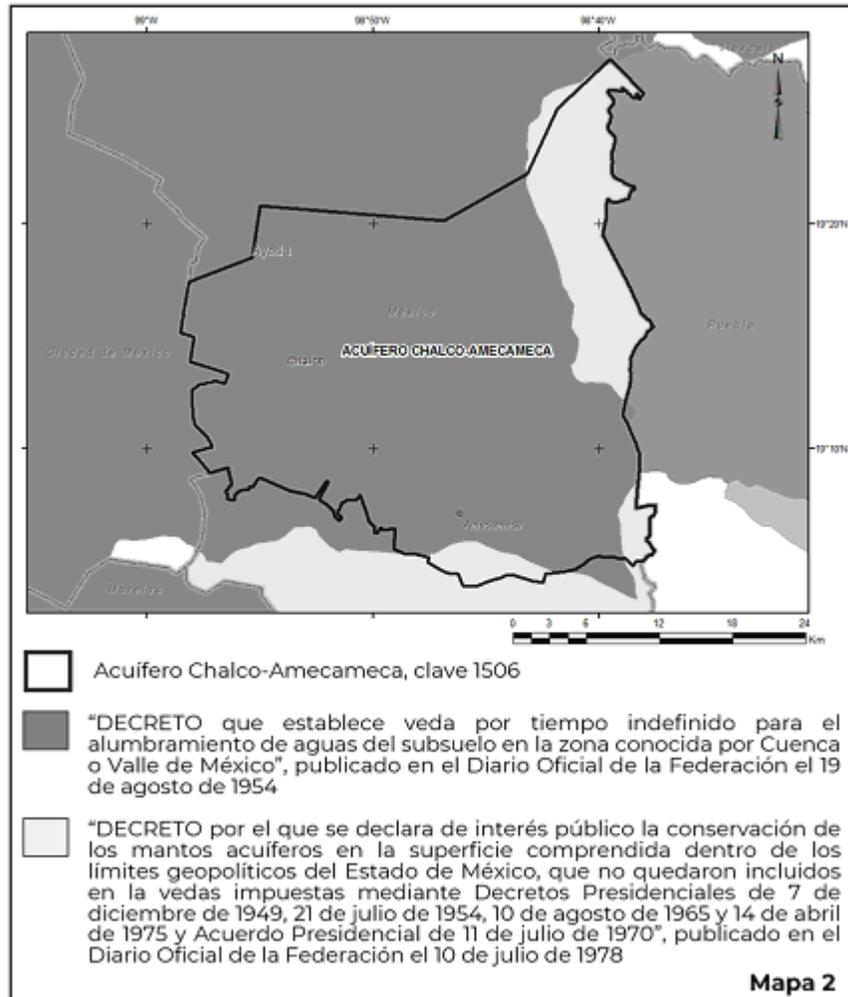
- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, cuyas disposiciones aplican en un área del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, y
- b) "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron incluidos en la vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 1978, cuyas disposiciones aplican en un área del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506;

Con relación a los instrumentos referidos, cabe señalar que conforme a la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo, vigente para la veda establecida en el año 1954, dicha regulación tuvo por efectos jurídicos, permitir de forma controlada nuevas extracciones mediante permiso para las obras de alumbramiento, y por otro lado, la veda establecida con base en la Ley Federal de Aguas, vigente para la veda establecida en el año 1978, permitió extracciones limitadas para distintos usos, siempre que se contara previamente con un título de asignación, concesión o permiso de construcción, a fin de procurar la conservación de los acuíferos en condiciones de explotación racional y de controlar las extracciones de agua de los alumbramientos existentes.

Considerando que dichos instrumentos jurídicos fueron emitidos en 1954 y 1978, el ámbito espacial de su aplicación se determinó con base en la división política de los municipios y entidades federativas, posteriormente, 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", instrumento que vinculado con el uso de equipos de geoposicionamiento, el desarrollo de sistemas de información geográfica y la disponibilidad de herramientas computacionales, han permitido que a la fecha se logren identificar las áreas de dichas unidades de gestión,

ubicarlas en coordenadas geográficas y establecer sus límites, así como relacionar su localización con el ámbito territorial en el que surten efectos los Decretos señalados.

A continuación se ilustran en el mapa las áreas dentro del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, en las que tienen aplicabilidad los instrumentos jurídicos anteriormente referidos:



## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1 Sobreexplotación

El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, presenta condiciones de sobreexplotación, debido a que la extracción de agua subterránea ha sido durante un tiempo prolongado, superior al valor de la recarga, situación que compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos.

La creciente demanda de agua subterránea y la insuficiente disponibilidad de agua en la zona, ha llevado a la sobreexplotación del acuífero ante la necesidad de aprovechar la reserva almacenada no renovable. El uso del agua a costa del almacenamiento subterráneo no renovable del acuífero, ha traído como consecuencia efectos negativos, tales como, el abatimiento de los niveles del agua subterránea, la modificación del sistema de flujo subterráneo, la disminución del caudal y rendimiento de los pozos y el incremento constante en los costos de extracción, además de los hundimientos diferenciales del terreno, por lo que, de seguir incrementándose la extracción de agua subterránea, existe el riesgo de agravar aún más la sobreexplotación del acuífero y sus efectos negativos.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos referidos en el considerando séptimo del presente estudio técnico, en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se observan claras muestras de abatimiento prolongado, por lo que cualquier incremento de la demanda de agua, agravará los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento del nivel del agua subterránea, con la consecuente inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso

desaparición de los manantiales, los hundimientos diferenciales del terreno con el consecuente daño a la infraestructura urbana, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

### **8.2 Hundimientos del terreno**

Uno de los problemas que padece la planicie del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, son los hundimientos diferenciales por consolidación del terreno, problema provocado por la extracción intensiva del agua subterránea. Lo anterior, ha requerido de una serie de obras para lograr el desalojo de las aguas pluviales y residuales que se generan, consistentes en la construcción del drenaje profundo, el mantenimiento y operación de plantas de bombeo para lograr el desalojo de las mismas, además de un mantenimiento continuo de la infraestructura urbana, por los hundimientos diferenciales que se forman.

En zonas de transición entre el suelo sujeto a consolidación y las unidades conformadas por rocas volcánicas que no se hunden, se han formado grietas que en algunos casos destruyen el equipamiento urbano, incluyendo daños severos en algunas viviendas.

### **8.3 Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua**

La calidad del agua subterránea en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, podría verse afectada por la extracción de agua cada vez más salina, o con elementos de origen natural nocivos para la salud. Adicionalmente en el acuífero existe el riesgo de contaminación, debido al retorno del riego agrícola por el uso de agroquímicos, las fugas de las redes de alcantarillado, entre otras fuentes potenciales de contaminación.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, recibe una recarga media anual total de 79.3 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es de 98.922986 millones de metros cúbicos anuales, con una descarga natural comprometida de 3.3 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 22.922986 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones.
- La nula disponibilidad media anual de agua subterránea, aunado a su problemática, implica que el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlado, conforme a la legislación vigente, que tenga por objetivo detener la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su sustentabilidad ambiental.
- La extensión total del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, se encuentra sujeta a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el considerando séptimo del presente estudio técnico; que en términos de la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo vigente en 1954 y de la Ley Federal de Aguas vigente en 1978, constituirían un medio de control de los aprovechamientos.
- Actualmente se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el abatimiento de los niveles del agua subterránea, la modificación del sistema de flujo subterráneo, la disminución del caudal, el rendimiento de los pozos, y el incremento constante en los costos de bombeo.
- Existen además otras evidencias vinculadas a la sobreexplotación del acuífero, como los agrietamientos y los asentamientos del terreno, así como el deterioro de la calidad del agua, por lo que está en riesgo la sustentabilidad del acuífero, ya que de continuar el mismo ritmo de extracción, existe la amenaza de que la sobreexplotación se agrave, sin posibilidad de recuperación y por tanto, que la problemática adquiera mayores dimensiones en detrimento del ambiente y de los usuarios de las aguas nacionales subterráneas en la región.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, 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 en acuíferos con escasez del recurso; al control de la extracción y de la explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo; al restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental

y la prevención del aumento de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de una zona de veda para un mayor control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### 10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, 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 Chalco-Amecameca, clave 1506, la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron incluidos en la vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 1978.
- La problemática del acuífero Chalco-Amecameca, clave 1506, reúne las causales de interés y utilidad pública, para que en términos legales se proceda a establecer dentro de sus límites oficiales, una zona de veda conforme a lo señalado en la fracción LXV del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales.
- Una vez establecida la zona de veda, actualizar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto establezca la Comisión Nacional del Agua.

#### TRANSITORIOS

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** El estudio técnico que contiene la información detallada, mapas y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estará disponible para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua en el Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, sito en Río Churubusco número 650, Esquina Tezontle, Piso 2, Colonia Carlos A. Zapata Vela, Iztacalco, Ciudad de México, Código Postal 08040.

Ciudad de México, a los 16 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.**

---

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, y 1, 8, primer párrafo, 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;

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", a través del cual, al acuífero objeto de este estudio técnico se le asignó el nombre oficial de Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas;

Que a través del "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, se modificaron los límites del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, identificados con vértices de la poligonal simplificada en coordenadas geográficas que fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum;

Que el 4 de enero de 2018, 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 Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, obteniéndose un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015;

Que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 27 de marzo de 2015 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, se encuentra vigente el siguiente instrumento jurídico:

- a) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, el cual cubre la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224;

Que el acuífero referido, se encuentra completamente vedado por el Decreto anterior; no obstante, dicho instrumento regulatorio no han sido suficiente para lograr revertir la problemática que a lo largo de estos años ha enfrentado el acuífero Puerto Madero, clave 3224, aunado a las condiciones hidrológicas que se precisan en el presente estudio técnico, y la gran demanda de aguas subterráneas, principalmente para uso agrícola que hay en la región;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en los artículos 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, ha procedido a formular el estudio técnico del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, con el propósito de determinar si es necesario modificar el marco regulatorio vigente en materia de control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, conforme a las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, y en su caso, sustentar la emisión del ordenamiento procedente, mediante el cual se establezcan los mecanismos para su regulación, que permitan llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la elaboración del estudio técnico, se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca del Altiplano, a quienes se les presentaron los resultados de los mismos en la Décima Reunión Ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia, celebrada el día 30 de junio de 2017, en la Ciudad de Zacatecas, en el Estado de Zacatecas; por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO PUERTO MADERO, CLAVE 3224, EN EL ESTADO DE ZACATECAS, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VII, CUENCAS CENTRALES DEL NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se dan a conocer los resultados del estudio técnico realizado en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, ubicado en el Estado de Zacatecas, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Puerto Madero, clave 3224, se localiza al noreste de la Ciudad de Zacatecas, en la porción oriental de la entidad federativa de Zacatecas (Mapa 1), con una superficie aproximada de 1,931 kilómetros cuadrados; se ubica totalmente en el Municipio de Villa de Cos. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.

Los límites del acuífero Puerto Madero, clave 3224, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación y corresponden a las establecidas 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 PUERTO MADERO, CLAVE 3224**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	45	45.1	23	27	25.3	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	102	17	5.5	23	16	20.8	
3	102	19	46.1	23	16	59.6	
4	102	20	35.1	23	18	25.1	
5	102	20	10.3	23	21	10.5	
6	102	21	16.3	23	24	27.3	
7	102	18	10.5	23	31	52.8	
8	102	14	23.4	23	34	27.8	
9	102	15	10.2	23	38	0.5	
10	102	4	38.3	23	39	51.2	
11	102	3	22.7	23	44	44.8	
12	101	58	54.1	23	46	15.2	
13	101	56	6.4	23	44	19.3	
14	101	47	58.9	23	42	34.6	
15	101	39	8.0	23	36	3.7	
16	101	36	42.9	23	34	40.1	DEL 16 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	101	45	45.1	23	27	25.3	

Las coordenadas geográficas señaladas, fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum.

Para mayor precisión se ilustra en el siguiente mapa, la ubicación del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas:



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

De acuerdo con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censo 2000, Conteo 2005 y la Proyección de Población 2005-2050 del Consejo Nacional de Población, la población circunscrita al acuífero Puerto Madero, clave 3224, es de 6,648 habitantes. No se identifican localidades urbanas, toda la población habita en 41 localidades rurales. Las coberturas promedio de agua potable y drenaje son de 71.5 por ciento. El sector público-urbano emplea un 2.0 por ciento del agua subterránea extraída.

La población económicamente activa es de 1,245 habitantes, mientras que la población ocupada asciende a 1,209 habitantes, de estos el 45 por ciento se ocupa en el sector primario, el 30 por ciento en el secundario y el 25 por ciento en el sector terciario.

El sector agrícola es el principal usuario del agua en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, con el 92.4 por ciento del volumen extraído. Para el periodo comprendido entre los años 2013 a 2015, se reportaron un promedio de 33,896 hectáreas por año bajo explotación agrícola; de las cuales 3,478 hectáreas, equivalentes al 10 por ciento son de riego, y 30,418 hectáreas son de temporal, que representan el 90 por ciento. En términos de valor de la producción, aun cuando la superficie de agricultura de riego es aproximadamente ocho veces menor a la de temporal, representa un valor de la producción cuatro veces mayor con respecto a la de temporal; de forma general, la demanda agrícola supera por sí sola a la recarga natural. La superficie que se siembra bajo riego equivale únicamente al 2.4 por ciento de la superficie de riego en el Estado.

Con base en su extensión, los principales cultivos cíclicos son frijol, maíz, chile verde y avena forrajera; en este caso la alfalfa es el único cultivo perenne. Se estima que prácticamente el 98.7 por ciento de la superficie regada, se emplea para cultivos cíclicos, y el 1.3 por ciento restante por los perennes.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García en 1964, para las condiciones de la República Mexicana, en el área que comprende al acuífero Puerto Madero, clave 3224, predomina el clima de tipo seco, templado (BSokw), con condición de canícula hacia la parte norte de la zona en estudio; en la porción sur, se presenta el clima semiseco subtipo semiseco templado (BS1kw), en las cercanías de la cabecera municipal de Villa de Cos.

La temporada de lluvias tiene lugar entre los meses de julio a septiembre, la mayor precipitación se registra en las porciones este y oeste de la zona, con valores máximos de 390 milímetros al año; mientras que la precipitación más baja se registra hacia la porción sur, con valores de 330 milímetros al año. La temperatura media anual más alta en la superficie del acuífero se registra hacia la porción suroeste, con valores de 17.2 grados centígrados, las temperaturas más bajas se registran en la porción oriental, con 14.6 grados centígrados.

Con los registros climatológicos del periodo 1980-2009, con los que se determinaron valores de precipitación y temperatura media anual de 348 milímetros y 15.6 grados centígrados, respectivamente. La evaporación potencial promedio es de 1,991.5 milímetros anuales.

#### **3.2. Fisiografía y geomorfología**

De acuerdo con la clasificación fisiográfica de Erwin Raisz (1959), modificada por Ordoñez (1964), para las condiciones de la República Mexicana, el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se ubica totalmente en la Provincia Fisiográfica Mesa Central. Y conforme a la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1981), el acuífero se ubica en la Provincia Fisiográfica Mesa del Centro, en dos subprovincias, la mayor parte en la Subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas, y una pequeña porción de su extremo norte y la región nororiental en la Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande.

Los principales sistemas de topofomas son sierras, lomeríos y llanuras aluviales. Las sierras se encuentran separadas por amplias llanuras aluviales y aumentan en magnitud hacia el norte del área. En la porción nororiental se localiza la Sierra La Sarteneja y al oriente, en el territorio del Estado de San Luis Potosí, la Sierra El Sabinal; ambas presentan forma alargada con una orientación general ligeramente hacia el noroeste, cuyas elevaciones varían de 2,150 a 2,600 metros sobre el nivel del mar, destacan sobre las extensas llanuras aluviales. Los sedimentos marinos que forman la mayor parte de estas montañas se presentan fuertemente plegadas y la intensa erosión que ha actuado sobre ellos ha contribuido al modelado de las actuales formas. El drenaje que presentan es de tipo radial.

Los lomeríos se encuentran distribuidos en la región noroccidental; su forma y elevación están condicionadas por las rocas que los conforman: las lutitas y areniscas de la Formación Caracol dan lugar a lomeríos amplios y de poca altura; las calizas y lutitas de la Formación Indidura originan lomas alargadas de suave relieve y poca altura; mientras que las formaciones Cuesta del Cura y Cupido presentan cerros aislados redondeados con alturas de 50 y 100 metros; son de morfología muy suave y presentan un horizonte petroclástico impermeable de muy poca profundidad, mientras que en la porción baja, correspondiente al llano de piso rocoso que cubre la mayor parte del territorio, se presentan suelos profundos en los cuales se desarrolla la actividad agrícola. Los cerros están erosionados en forma característica, redondeados y con pendientes suaves, en cuya base se han acumulado depósitos de pie de monte, que continúan hacia las llanuras aluviales extensas y poco inclinadas.

Las llanuras aluviales se encuentran principalmente en la región central del área, tienen un relieve relativamente plano con ligeras ondulaciones y un drenaje muy escaso e intermitente de tipo endorreico, sin corrientes superficiales de importancia. En las porciones altas donde afloran las calizas el tipo de drenaje es dendrítico e intermitente. Las llanuras están formadas por pequeños grabens tectónicos, que fueron rellenados durante el Terciario y Cuaternario por depósitos aluviales, depósitos lacustres y por rocas ígneas vulcano clásticas, cuyos espesores varían de 100 a 300 metros.

#### **3.3 Geología**

La columna geológica de la zona de estudio, está constituida por rocas sedimentarias y materiales volcánicos, cuyas edades varían del Triásico al Reciente distribuidos principalmente en el Terreno Tectonoestratigráfico Sierra Madre. Formando parte del Terreno Guerrero, se tiene la presencia de la Formación Chilitos, de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, se le conoce como una secuencia vulcanosedimentaria conformada por lavas masivas y almohadilladas de composición basáltica-andesítica. El Terreno Sierra Madre o Cuenca Mesozoica del Centro de México está constituido por las formaciones siguientes: Formación Zacatecas, litológicamente está constituida por intercalaciones de estratos delgados de filitas, pizarras, capas gruesas y medias de cuarcitas y calizas, la edad estimada para esta formación es del Triásico Superior, su depósito se considera que ocurrió en un ambiente marino marginal.

Del Sistema Jurásico se tiene la Formación Nazas, también conocida como Formación Huizachal, en el área del acuífero está representada por una secuencia sedimentaria formada por limolitas y un conglomerado con clastos de rocas andesíticas y riolíticas, aflora al noreste y sureste de Villa de Cos. La Formación Zuloaga está representada por una caliza en la que se distinguen dos unidades bien definidas: la parte inferior que contiene capas de caliza, cuyo color varía de gris claro a ligeramente oscuro, contiene también algunas capas de limolita calcárea, la parte superior está constituida por caliza masiva de color gris, que se caracteriza por presentar estilolitas de gran amplitud y algunos horizontes donde se presentan pequeños nódulos de pedernal, aflora en las sierras plegadas ubicadas al norte del acuífero. La Formación La Caja consiste de calizas margosas con pedernal, alternando con limolitas y areniscas, que se hacen progresivamente más finas hacia la cima, aflora en la mayoría de las sierras plegadas.

De Edad Cretácico, afloran en la zona las formaciones Taraises, constituidas de caliza con cantidades menores de limolita, que descansan sobre sedimentos arcillosos de la Formación La Caja; la Formación Cupido está representada por rocas muy resistentes y homogéneas constituidas principalmente por calizas de estratificación mediana a gruesa; la Formación La Peña se describe como un grupo de estratos calcáreo arcillosos, cuya base comienza como una secuencia de calizas de estratificación delgada de color gris claro y continúa en la parte media con calizas que presentan cantidades variables de arcilla deleznable; la Formación Cuesta del Cura es una secuencia de calizas compactas, de estratificación delgada y ondulada, con nódulos y bandas de pedernal e intercalaciones delgadas de arcilla; la Formación Indidura se encuentra constituida en general por una secuencia calcárea arcillosa, conformada por calizas arcillosas, con intercalaciones de calizas y lutitas calcáreas laminares; la Formación Caracol es una unidad compuesta de areniscas de grano medio, con cementante calcáreo y matriz arcillosa, que muestran estratificación cruzada, intercaladas con limolitas y lutitas, los afloramientos se encuentran ampliamente distribuidos en toda la superficie del acuífero.

Del Sistema Terciario afloran: un Conglomerado Polimíctico, éste se presenta estratificado, medianamente clasificado y constituido por fragmentos del tamaño de grava, con horizontes arenosos de grano fino a grueso, la matriz y cementante es de carbonato de calcio, ocasionalmente con estratificación cruzada; que afloran de manera aislada al noroeste y sur de los poblados Santa Clara, Banderillas y al noroeste de la Laguna San José Caligüey; Rocas volcánicas riolíticas-intermedias, se denomina con este nombre a una secuencia de rocas piroclásticas en la base y un grueso paquete de riolitas fluidales en la cima, los piroclásticos que subyacen al cuerpo de riolita están conformados por tobas arenosas, pómez y lapilli; Caliza y depósitos lacustres, se le denomina así a la depositación continua con sedimentos lacustres que rellenan una fosa tectónica ubicada principalmente en las lagunas Santa María, Saldivar, La Prieta, Santa Clara y San José Caligüey; presentan coloración que varía de blanco a café rosáceo, con horizontes evaporíticos de yeso en mantos y fracturas, y ocasionalmente interestratificados con horizontes de conglomerados, durante la depositación de los sedimentos lacustres se llevó a cabo un depósito de carbonatos en cuencas secundarias o en zonas cercanas a las márgenes de la cuenca, dando origen a una caliza, que por correlación estratigráfica se le asignó una edad Oligoceno-Mioceno; Unidad Volcánica Basáltica, se propone este nombre para denominar una serie de rocas volcánicas máficas que se encuentran cubriendo a las rocas pre-oligocénicas, principalmente están constituidos por derrames de basaltos, de textura vesicular a amigdaloides, con relleno de cuarzo y calcita, que aflora de manera aislada en la porción oriental del acuífero.

Durante el Cuaternario se depositó un Conglomerado polimíctico, éste cubre discordantemente a las unidades anteriores y es producto posiblemente de la desecación y agrietamiento ocurridos durante la retirada temporal de aguas someras y el subsiguiente desplazamiento durante las crecidas. De esta misma edad son los depósitos aluviales, los materiales que constituyen esta unidad se encuentran relleno de las depresiones, generalmente sinclinales y pequeñas fosas tectónicas, así como llanuras de piedemonte y llanuras aluviales que forman los rellenos de cuencas cerradas, denominadas bolsones, éstas se encuentran representadas en el área por depósitos de talud, terrazas aluviales, depósitos de acarreo en cauces de arroyos, así como en suelos residuales, limos y arcillas, que fueron depositados en las partes bajas y planas, se encuentran cubriendo a rocas cretácicas y terciarias y tienen una distribución muy extensa en el área.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

El área en la que se encuentra el acuífero Puerto Madero, clave 3224, corresponde a la Región Hidrológica 37 El Salado, Cuenca Fresno-Yescas. El acuífero se localiza prácticamente en su totalidad en la Subcuenca Yesca. Todo este conjunto hidrográfico está constituido por una serie de cuencas cerradas de muy diferentes dimensiones. En su mayor extensión carece de corrientes superficiales permanentes, sólo existen escurrimientos efímeros en las partes topográficamente más altas.

La Subcuenca Yesca carece de corrientes de importancia, sólo algunos arroyos presentan escurrimientos en temporadas de lluvia. La infraestructura hidráulica está representada por una serie de bordos y algunas lagunas efímeras en las regiones topográficamente más bajas, entre las que destacan San Andrés, Las Hermanas, La Loma, Víboras, El Pinto y Los Pobres. La más importante que es Santa Clara, que se localiza en el acuífero vecino El Barril, en el Estado de San Luis Potosí, hacia donde fluye el escurrimiento superficial.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

De la información existente y con base en la distribución espacial de los materiales que conforman el acuífero Puerto Madero, clave 3224 éste es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio

granular y otro fracturado. La porción superior está conformada por sedimentos aluviales, de granulometría variada, depósitos lacustres y eólicos, así como conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar los 200 metros en la porción central de la llanura; debajo de éstos se presentan areniscas y lutitas fracturadas. Esta es la unidad que se explota principalmente para satisfacer las necesidades de agua en la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias, principalmente areniscas y lutitas de la Formación Caracol, cuando presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. El espesor de este acuífero en su medio granular y fracturado puede alcanzar 400 metros. Las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que aún no ha sido explorado, que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas por lutitas y limolitas.

El predominio de sedimentos granulares y conglomerados polimícticos, de granulometría fina, le confieren muy baja permeabilidad al acuífero, dado que los bajos caudales que aporta sólo son suficientes para el abastecimiento de las necesidades del uso doméstico y pecuario. Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico del acuífero, están representadas por las mismas rocas sedimentarias cuando se presentan inalteradas y al desaparecer el fracturamiento, así como por rocas metamórficas y la secuencia de depósitos terrígenos finos que conforman las lutitas y limolitas. A mayor profundidad se considera que el basamento geohidrológico regional está constituido por la secuencia de calizas arcillosas y lutitas de las formaciones Nazas La Peña e Indidura.

### **5.2 Niveles del agua subterránea**

Profundidad al nivel estático. La configuración de profundidad al nivel estático para el año 2015 muestra que los valores varían, de manera general, de 10 a 90 metros los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de la llanura hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan, excepto en la porción occidental localizada en la región central, mostrando la profundización de los niveles del agua subterránea. Los niveles estáticos someros, de 10 a 20 metros, se presentan en la región suroccidental, en las inmediaciones del poblado Cañas; así como en toda la porción occidental que circunda a la llanura. Los más profundos, de 70 a 90 metros, se registran en la porción occidental de la llanura, en la zona ubicada al este del poblado Emiliano Zapata.

Elevación del nivel estático. La elevación del nivel estático en el año 2015 registró valores que variaron de 2,050 a 1,890 metros sobre el nivel del mar, decreciendo desde la porción suroccidental del acuífero hacia la planicie aluvial localizada en la región central, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo suroccidental-nororiental, con alimentaciones provenientes de los flancos oriental, occidental y norte, para finalmente dirigirse hacia la laguna que se ubica al este de la localidad Emiliano Zapata, donde la concentración de la extracción para uso agrícola ha formado un cono de abatimiento, definido por la curva 1,890 metros sobre el nivel del mar e interceptando flujo subterráneo que antes, en condiciones naturales, se dirigía al sur hacia el acuífero El Barril, en el Estado de San Luis Potosí. Los valores más altos, de 2,000 a 2,050 metros sobre el nivel del mar, se presentan en la porción suroccidental y occidental del acuífero, entre las comunidades Cañas y El Venado.

Evolución del nivel estático. La configuración de evolución del nivel estático para el periodo de años de 2008 a 2015, registra valores de abatimiento que varían de 5 a 10 metros, que representan un promedio anual de 0.7 a 1.4 metros, con valores puntuales de hasta 15 metros que se observaron al este de la localidad Emiliano Zapata, donde se concentra la extracción por bombeo; en estas zonas el abatimiento promedio anual es de 1.7 metros. Hacia los extremos de mayor elevación topográfica y hacia el extremo sur del acuífero los abatimientos disminuyen gradualmente hasta desaparecer. De manera general, en la mayor parte de la superficie del acuífero, no se registraron variaciones significativas en la posición de los niveles del agua subterránea.

### **5.3 Calidad del agua subterránea**

De los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados al acuífero Puerto Madero, clave 3224, se determinó que los valores de concentración de sólidos totales disueltos variaron de 248 a 1,283 miligramos por litro, únicamente 2 pozos superaron el límite máximo permisible de 1000 miligramos por litro establecido por la Norma Oficial Mexicana "MODIFICACIÓN de 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 del 2000. Asimismo en 8 muestras se detectaron concentraciones de flúor que exceden los 1.5 miligramos por litro que establece dicha norma. Respecto a la ubicación de estas muestras, no existe un patrón de ocurrencia, ya que se localizan tanto en pozos emplazados en material aluvial, como en conglomerados y en tobas.

El agua del acuífero Puerto Madero, clave 3224, se clasifica como agua dulce, ya que los valores de conductividad eléctrica, en su mayoría, son inferiores a 2,000 micro Siemens por centímetro, únicamente dos muestras sobrepasan este valor, se presentan concentraciones extremas de 509 a 2,582 micro Siemens por centímetro. Los valores de conductividad eléctrica más altos se localizan en la parte central del acuífero, donde se encuentran los materiales sedimentarios lacustres del cuaternario. Las temperaturas registradas varían de 17.5 a 24.8 grados centígrados y el potencial hidrógeno varía de 7.4 a 8.6.

La familia de agua que predomina es la sulfatada sódica, que es característica de agua de una relativa reciente infiltración, que se ha almacenado y circulado en materiales volcánicos ácidos como tobas y riolitas, enriquecidas en sodio hacia la parte baja de la llanura.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, predomina agua de salinidad media con bajo contenido de sodio, que se considera apta para el uso agrícola, sin restricción alguna en el tipo de cultivos y suelos. En menor proporción existe agua que presenta salinidad alta con bajo contenido de sodio, que representa un riesgo moderado, cuya utilización en la agricultura requiere de suelos con buen drenaje y lavados periódicos o utilización en cultivos tolerantes a la salinidad.

### 5.5 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, la recarga total media anual que recibe el acuífero Puerto Madero, clave 3224, es de 16.5 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 10.7 millones de metros cúbicos anuales generados por entradas de flujo subterráneo; 4.9 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia que se infiltra al acuífero, y 0.9 millones de metros cúbicos anuales que ingresan al acuífero como recarga inducida debido a los retornos del riego agrícola.

Las salidas del acuífero están conformadas únicamente por el bombeo de las captaciones de agua subterránea. No existen descargas naturales por flujo subterráneo, flujo base de ríos, por evapotranspiración de niveles freáticos someros, ni a través de manantiales. El cambio de almacenamiento es negativo, lo que indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero y provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea.

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas, se determinó conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, 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 27 de marzo de 2015, aplicando la expresión:

$$\text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO} = \text{RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL} - \text{DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA} - \text{EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se determinó considerando una recarga media anual de 16.5 millones de metros cúbicos anuales; no existe descarga natural comprometida; un volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 24.689333 millones de metros cúbicos anuales, ambos con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015; resultando un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO- ADMINISTRATIVA	ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
						CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
VII CUENCAS CENTRALES DEL NORTE	ZACATECAS	3224	PUERTO MADERO	16.5	0.0	24.689333	0.000000	0.078750	0.000000	0.000000	-8.268083

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Puerto Madero, clave 3224.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 16.5 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, ya que la descarga natural comprometida se considera nula.

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

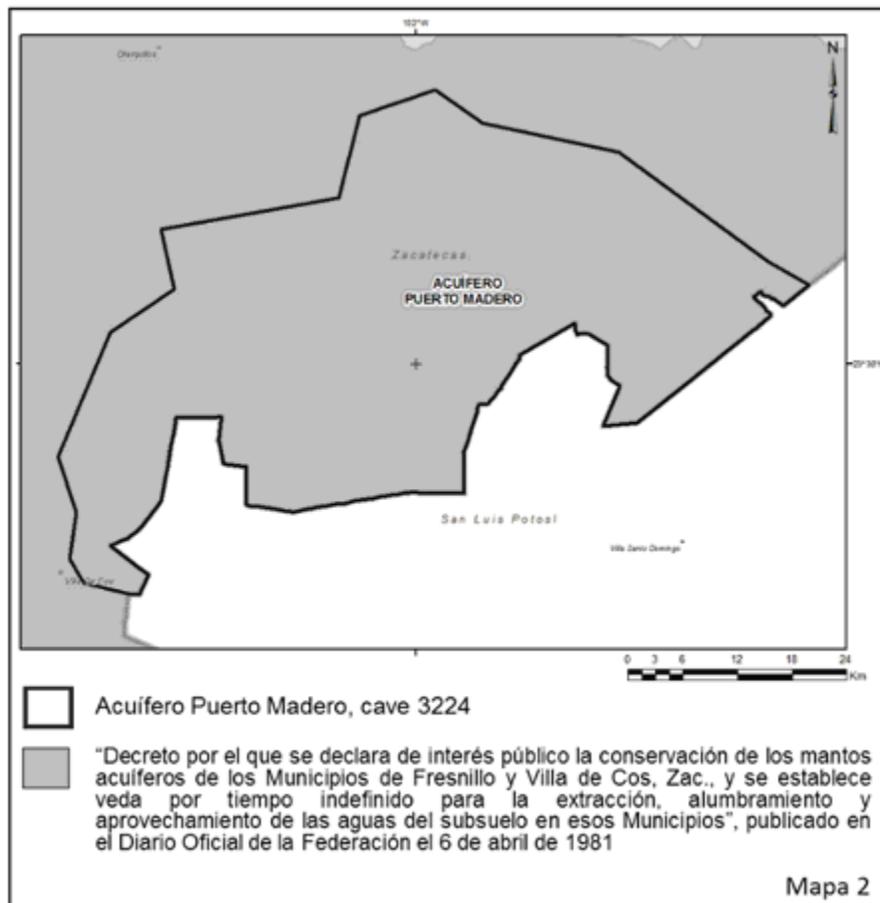
Actualmente, en la extensión del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, se encuentra vigente el siguiente Decreto de veda de aguas del subsuelo:

- a) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, el cual cubre en la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224.

Con relación a dicho instrumento, cabe señalar que conforme a la Ley Federal de Aguas, vigente en 1978, la veda establecida tuvo por efectos jurídicos permitir de forma controlada nuevas extracciones mediante título de asignación o concesión y permiso para las obras de alumbramiento otorgado por la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, antecesora de la Comisión Nacional del Agua, a efecto de vigilar y prevenir la posible afectación por los aprovechamientos existentes y no sobrepasar la capacidad explotable en el acuífero materia del presente estudio técnico.

Considerando que dicho instrumento jurídico fue emitido en 1981, el ámbito espacial de su aplicación se determinó con base en la división política de los municipios y entidades federativas, posteriormente, 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", instrumento que vinculado con el uso de equipos de geoposicionamiento, el desarrollo de sistemas de información geográfica y la disponibilidad de herramientas computacionales, han permitido que a la fecha se logren identificar las áreas de dichas unidades de gestión, ubicarlas en coordenadas geográficas y establecer sus límites, así como relacionar su localización con el ámbito territorial en el que surte efectos el Decreto señalado.

A continuación se ilustra en el mapa que el instrumento jurídico anteriormente referido aplica en la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224:



## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1. Escasez natural de agua

El acuífero Puerto Madero, clave 3224, se localiza en la región semiárida del Estado de Zacatecas, presenta características de baja precipitación y alta tasa de evaporación, lo cual disminuye la disponibilidad de agua superficial e incrementa la presión sobre el agua de origen subterráneo. La precipitación pluvial es del orden de 348 milímetros por año, que equivale al 67 por ciento de la media anual registrada en el Estado de Zacatecas; muy por debajo de la media nacional, representando el 45 por ciento de la media anual del país. La temperatura media anual es de 15.6 grados centígrados, y la evaporación potencial media de 1,991 milímetros anuales; estas características se traducen en una escasez natural de agua.

Este panorama de escasez de agua, también se ve reflejado en 27 declaratorias de sequía, emitidas en el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2008, por la Secretaría de Gobernación (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastre 2009).

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno, para lo que se apoya en el Monitor de Sequía en México, que consta de un Reporte que contiene una descripción de la sequía en el país, tablas y gráficos de porcentaje del área afectada por sequía a nivel nacional. Se predice para la región una expansión geográfica de sequías catalogadas como muy fuertes. Las perspectivas ante el calentamiento global, para el año 2040, pronostican una reducción del 2 por ciento de la precipitación e incremento en la temperatura de 2.3 grados centígrados, dando como consecuencia un aumento en las necesidades hídricas mayor al 4 por ciento.

## **8.2. Sobreexplotación**

Para el periodo comprendido de 2008 a 2015, los resultados de la evolución del nivel estático indican que la zona con abatimientos más críticos se localiza al este de la localidad Emiliano Zapata, en la porción poniente del acuífero, que es donde se concentra la extracción por bombeo, presentándose valores de abatimiento de hasta 15 metros en el periodo señalado, con un abatimiento promedio anual de 1.7 metros.

El acuífero presenta condiciones de sobreexplotación, debido a que la extracción de agua subterránea ha sido durante un tiempo prolongado superior a la recarga que recibe, por lo que actualmente se presentan los efectos negativos asociados, tales como el descenso de los niveles de agua subterránea, el deterioro de la calidad del agua subterránea, lo que se traduce en una baja rentabilidad de varios cultivos; lo cual ha traído consigo un freno al desarrollo de diversos sectores productivos y una fuerte competencia por el uso del agua.

A pesar de que este acuífero actualmente se encuentra completamente vedado por el Decreto señalado en el considerando séptimo, en tanto que no se sujete a una regulación en términos de la legislación vigente, será más difícil la implementación de las acciones tendientes a reducir la sobreexplotación, persistiendo el riesgo de que se agraven los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento del nivel del agua subterránea, con la consecuente inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

## **8.3 Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua**

La calidad del agua subterránea en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se ve afectada por la extracción de agua cada vez más profunda y más antigua que circula a través de las rocas volcánicas fracturadas, que al disolverse incorporan al agua subterránea elementos nocivos para la salud, de origen natural. Adicionalmente en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, existe el riesgo de contaminación, debido al retorno del riego agrícola, que por el uso de agroquímicos representa una fuente potencial de contaminación al agua subterránea.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Puerto Madero, clave 3224, recibe una recarga media anual de 16.5 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es de 24.689333 millones de metros cúbicos anuales.

- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones.
- La nula disponibilidad media anual de agua subterránea implica que el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlado, conforme a la legislación vigente, que tenga por objetivo detener la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su sustentabilidad ambiental.
- La extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224, se encuentra sujeta a las disposiciones del instrumento jurídico referido en el considerando séptimo del presente estudio técnico; que en términos de la Ley Federal de Aguas, vigente en 1978, constituía un medio de control de los aprovechamientos.
- Actualmente se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el descenso de los niveles de agua y reducción en el rendimiento de los pozos, con el consiguiente incremento en los costos de bombeo, lo que ha propiciado que algunos cultivos resulten poco rentables, con lo que se ha afectado al sector agrícola, principal consumidor del agua.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, 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 del recurso hídrico; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural; al control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental y la prevención del aumento de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de una zona de veda para un mayor control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Puerto Madero, clave 3224, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### **10. RECOMENDACIONES**

- Suprimir en la extensión del acuífero Puerto Madero, clave 3224, la veda establecida mediante el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981.
- La problemática del acuífero Puerto Madero, clave 3224, reúne las causales de interés y utilidad pública, para que en términos legales se proceda a establecer dentro de sus límites oficiales, una zona de veda conforme a lo señalado en la fracción LXV del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales.
- Una vez establecida la zona de veda, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto 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.-** El estudio técnico que contiene la información detallada, planos y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estará disponible para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua en su Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, sito en Calzada Manuel Ávila Camacho, Número 2777, Oriente, Colonia Las Magdalenas, Torreón, Coahuila, Código Postal 27010, así como en la Dirección Local Zacatecas, que se ubica en Avenida Secretaría de la Defensa Nacional Número 90, Zona Industrial, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98604.

Ciudad de México, a los 16 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.**

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, y 1, 8, primer párrafo, 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;

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", a través del cual, al acuífero objeto de este estudio técnico se le asignó el nombre oficial de Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas;

Que a través del "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, se modificaron los límites del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, identificados con vértices de la poligonal simplificada en coordenadas geográficas que fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum;

Que el 4 de enero de 2018, 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 Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, obteniéndose un déficit de 48.350774 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015;

Que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 27 de marzo de 2015 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, 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 del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960, cuyas disposiciones aplican en el área suroccidental del acuífero Loreto, clave 3229, y

- b) “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Noria de Ángeles, Pinos, etc., ubicados en el Estado de Zacatecas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de febrero de 1978, cuyas disposiciones aplican en la mayor parte de la extensión del acuífero Loreto, clave 3229;

Que el acuífero referido, se encuentra completamente vedado por los Decretos anteriores; no obstante, dichos instrumentos regulatorios no han sido suficientes para lograr revertir la problemática que a lo largo de estos años ha enfrentado el acuífero Loreto, clave 3229, aunado a las condiciones hidrológicas que se precisan en el presente estudio técnico, y la gran demanda de aguas subterráneas, principalmente para uso agrícola que hay en la región;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en los artículos 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, ha procedido a formular el estudio técnico del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, con el propósito de determinar si es necesario modificar el marco regulatorio vigente en materia de control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, conforme a las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, y en su caso, sustentar la emisión del ordenamiento procedente, mediante el cual se establezcan los mecanismos para su regulación, que permitan llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la elaboración del estudio técnico, se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca del Altiplano, a quienes se les presentaron los resultados de los mismos en la Décima Reunión Ordinaria de su Comisión de Operación y Vigilancia, celebrada el día 30 de junio de 2017, en la Ciudad de Zacatecas, en el Estado de Zacatecas, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO LORETO, CLAVE 3229, EN EL ESTADO DE ZACATECAS, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VII, CUENCAS CENTRALES DEL NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se dan a conocer los resultados del estudio técnico realizado en el acuífero Loreto, clave 3229, ubicado en el Estado de Zacatecas, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Loreto, clave 3229, se localiza en la porción suroriental del Estado de Zacatecas, entre el límite con el Estado de Aguascalientes (Mapa 1), con una superficie aproximada de 689 kilómetros cuadrados; la cual comprende parcialmente los municipios de Loreto, Noria de Ángeles y González Ortega; así como pequeñas áreas de los municipios de Ojocaliente, Villa García y Luis Moya. Administrativamente pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.

Los límites del acuífero Loreto, clave 3229, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación y corresponden a las establecidas 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 LORETO, CLAVE 3229**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	54	53.7	22	35	53.0	
2	101	54	50.7	22	33	39.4	
3	101	53	45.4	22	31	55.6	
4	101	52	1.6	22	28	10.1	
5	101	52	38.2	22	26	22.8	
6	101	54	53.0	22	20	0.8	
7	101	55	46.1	22	17	54.8	
8	101	55	17.9	22	13	9.9	
9	101	58	16.7	22	12	43.2	
10	101	59	52.6	22	12	32.7	DEL 10 AL 11 POR EL LIMITE ESTATAL

11	102	7	6.5	22	17	11.7	DEL 11 AL 12 POR EL LIMITE ESTATAL
12	102	7	23.6	22	17	13.1	
13	102	7	8.7	22	20	43.4	
14	102	6	0.2	22	24	53.5	
15	102	6	35.4	22	26	9.5	
16	102	6	5.7	22	28	6.2	
17	102	4	46.1	22	27	51.4	
18	101	57	10.3	22	36	29.4	
19	101	55	56.0	22	36	49.3	
1	101	54	53.7	22	35	53.0	

Las coordenadas geográficas señaladas, fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum.

Para mayor precisión se ilustra en el siguiente mapa, la ubicación del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas:



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

De acuerdo con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censo 2000, Conteo 2005 y la Proyección de Población 2005-2050 del Consejo Nacional de Población, la población circunscrita al acuífero Loreto, clave 3229, es de 51,234 habitantes. Las principales localidades urbanas que se ubican dentro del límite del acuífero son: Loreto, Villa González Ortega, Estancia de Ánimas, San Marcos, Tierra Blanca y Maravillas. Del total de la población, el 64 por ciento es urbana y 36 por ciento rural. La ciudad de Loreto, es la principal localidad urbana, la cual concentra el 43 por ciento del total de la población que habita en la superficie del acuífero. Las coberturas promedio de agua potable y alcantarillado de las localidades de la región son de 88 y 73 por ciento, para localidades urbanas y rurales, respectivamente.

El sector agrícola es el principal usuario del agua subterránea, que extrae el 90.4 por ciento del volumen total en el acuífero Loreto, clave 3229. Para el periodo comprendido entre los años 2013 a 2015, se reportaron un promedio de 32,210 hectáreas por año bajo explotación agrícola; de las cuales 9,933 hectáreas, equivalentes al 27.7 por ciento son de riego, y 23,276 hectáreas son de temporal, las cuales representan el 72.3 por ciento. En términos de valor de la producción, aun cuando la superficie de agricultura de riego es aproximadamente 2.5 veces menor a la de temporal, representa el 88 por ciento del valor total de la producción. La superficie que se siembra bajo riego equivale al 6 por ciento de la superficie de riego en el Estado.

Con base en su extensión, los principales cultivos cíclicos son maíz, frijol, lechuga y avena forrajera, mientras que entre los perennes, se ubica a la alfalfa como la de mayor importancia. Se estima que prácticamente el 94 por ciento de la superficie regada, se emplea para cultivos cíclicos, y el 6 por ciento restante por los perennes. Para este último caso, la alfalfa representa por sí sola el 81 por ciento de la superficie regada para cultivos perennes.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García en 1964 para las condiciones de la República Mexicana, en el acuífero prevalece el clima seco estepario BS, que corresponde con el más seco de este tipo de climas, subtipo semiseco con grado de humedad mayor que 22.9. La temporada de lluvia se concentra en verano, la máxima precipitación cae dentro del periodo mayo-octubre, su porcentaje de lluvia invernal varía entre 5 y 10.2 y se caracteriza por presentar una temperatura media anual que varía entre 18 y 22 grados Centígrados.

Para la determinación de las variables climatológicas se tomaron en cuenta los registros obtenidos para diferentes periodos de años, el más grande de 1963 a 2012 y el más corto de 2004 a 2012, con esta información se determinaron valores de precipitación, temperatura y evaporación potencial media anual de 397.4 milímetros, 17.1 grados centígrados y 2 056.5 milímetros, respectivamente.

#### **3.2. Fisiografía y geomorfología**

El área que comprende el acuífero Loreto, clave 3229, se ubica en su extensión total dentro de la Provincia Fisiográfica Mesa Central. Por otro lado, de acuerdo con la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1981), el acuífero se ubica en las Provincias Fisiográficas Mesa del Centro, la mayor parte en la Subprovincia Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y la porción norte en la Subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas.

Los sistemas de topoformas que se presentan en la zona corresponden a un extenso llano de piso rocoso, limitado en su porción norte por bajadas aluviales, al poniente por lomeríos de pie de monte con mesetas, al suroeste se presenta una sierra baja con mesetas, al oriente se observa una pequeña sierra abrupta y al sureste los rasgos corresponden a una mesa extensa. En el extremo sur existe un puerto topográfico labrado en rocas riolíticas y en la porción nororiental las sierras no son continuas, y en ella existen angostas llanuras que comunican con otras planicies. Las mayores elevaciones se presentan en la región noroccidental, en el Cerro La Biznaga, con una elevación de 2,400 metros sobre el nivel del mar, y en las sierras de Asientos y de San Marcos, donde se presentan elevaciones del orden de 2,500 metros sobre el nivel del mar. La altura del llano oscila entre 2,030 y 2,100 metros sobre el nivel del mar y está orientado en dirección preferencial norte-sur.

La sierra localizada en la porción occidental, tiene forma alargada orientada norte-sur y su elevación aproximada es de 2,300 metros sobre el nivel del mar. En la porción norte, cerca del poblado Pastoría, se encuentra una elevación topográfica dentro de la sierra, la cual corresponde a un intrusivo granítico. En la porción centro-sur se presentan materiales de pie de monte, que conforman lomeríos redondeados de suave pendiente. En la porción sureste se encuentra una sierra formada esencialmente por rocas de composición riolítica, las cuales presentan formas relativamente suaves. Al norte, las elevaciones topográficas

corresponden a afloramientos de calizas y lutitas, en forma de lomeríos redondeados de pendientes suaves, separados por llanuras aluviales.

### 3.3 Geología

El marco geológico regional está representado por los eventos relacionados con el establecimiento de la Sierra Madre Occidental y la evolución del Terreno Guerrero, que fue definido por Campa (1983), que presentan características litoestratigráficas diferentes. De esta manera, del Terreno Guerrero se presentan unidades metamorfolizadas de edad Cretácico, y unidades de origen volcánico del Terciario, pertenecientes a la Sierra Madre Occidental. Completan la columna unidades de edad cuaternaria que consisten en basaltos y materiales aluviales.

A nivel regional, la unidad más antigua corresponde al Triásico Superior y está conformada por una secuencia de rocas metamórficas y metasedimentarias que presentan metamorfismo de bajo grado en facies de esquistos verdes, conocida como Formación Zacatecas. Al sureste aflora una secuencia vulcanosedimentaria metamorfolizada en facies de esquistos verdes, que aflora en el distrito minero de Tepezalá, donde cabalga a rocas del Cretácico Inferior, cuya edad se asigna al Jurásico Superior y se denomina Formación Cieneguitas (Dávila, 1988). Sobre ella descansa concordantemente la unidad nombrada informalmente como Formación El Varal (Velasco, 1989), conformada por calizas y lutitas con bandas y nódulos de pedernal; ambas unidades afloran de manera aislada en forma de ventanas estructurales, presentan metamorfismo regional de bajo grado y están intrusionadas por un tronco diorítico de edad Cretácico Inferior.

Del Jurásico aflora una secuencia calcárea marina depositada en un ambiente nerítico, de aguas tranquilas, perteneciente a la Formación Zuloaga, sobreyacida concordantemente por una secuencia calcárea, depositada en un ambiente de escasa energía, correspondiente a la Formación La Caja. Del Cretácico existen pequeños afloramientos de la Formación Taraises, constituida por una alternancia de calizas y lutitas que descansan, de manera concordante y transicional, sobre La Formación Cupido, constituida por una alternancia de calizas y lutitas. La Formación La Peña descansa transicionalmente sobre la formación anterior, es de edad aptiana, consiste de calizas arcillosas y lutitas. Distribuida en la porción central de la región se observa la Formación Cuesta del Cura constituida por una secuencia de calizas y lutitas de edad Albiano-Cenomaniano, que subyace por relación concordante y transicional a la Formación Indidura, la cual está constituida por una alternancia de caliza y lutita, de edad Turoniano, depositada en agua tranquila, poco profunda; encima transicionalmente se tiene a las lutitas y areniscas de la Formación Caracol, de edad del Coniaciano al Maestrichtiano.

Durante el Terciario, en el occidente de México, se presentó la influencia de un arco magmático generado por la tectónica convergente, dando lugar a la emisión de rocas volcánicas que conforman la Sierra Madre Occidental, Mc Dowell (1979) establece que la sierra está constituida por dos secuencias ígneas, una inferior que consta principalmente de rocas ígneas intermedias, con edades que varían de 45 a 95 millones de años (Paleoceno), y que corresponden con derrames, flujos piroclásticos y algunas intercalaciones de flujos ignimbríticos. La secuencia superior y más reciente está integrada por una potente cubierta de ignimbritas que de acuerdo con Demant (1975) puede alcanzar 1,000 metros de espesor, cuya edad se considera entre 27 y 34 millones de años (Oligoceno).

Las rocas intrusivas cortan la secuencia volcánica terciaria y afloran de manera restringida, son de composición granítica, granodiorítica y diorítica. En algunas localidades se observa la presencia de cuerpos intrusivos de tipo pórfido andesítico y dacítico, que afectaron a este paquete volcánico y a los que se les atribuye la mineralización en algunos sitios. Los eventos volcánicos se manifestaron hasta el Plio-Cuaternario. Durante el Pleistoceno-Holoceno se depositaron cenizas riolíticas y lapilli, que presentan estratificación masiva, y arenas finas con estratificación cruzada, que presentan restos de vertebrados. Rellenando las depresiones topográficas, se encuentra material aluvial, constituido principalmente por gravas, arenas y limos.

## 4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Loreto, clave 3229, se encuentra localizado en la Región Hidrológica 37 El Salado, en la Cuenca Hidrológica San Pablo y Otras. Entre los arroyos de mayor importancia destacan El Muerto, San Patricio, El Jaral y Las Blancas; en la parte sur de la zona existen corrientes que escurren hacia el Valle de Chicalote, en el Estado de Aguascalientes. Los tipos de drenaje que se observan en el área son de tipo dendrítico, paralelo y subparalelo; el primero se presenta en las regiones montañosas y los últimos en los llanos y planicies, donde llegan a desaparecer.

Los arroyos son de carácter torrencial, únicamente tienen escurrimientos durante la época de lluvias y descargan en pequeñas lagunas, presas y bordos diseminados en toda el área. Al este de la Ciudad de Loreto se ubica la Presa San Marcos, que recibe los escurrimientos de los arroyos El Muerto, Blanco y Gatera; esta

última es la obra hidráulica más importante de la zona, con una capacidad de almacenamiento de 5 millones de metros cúbicos para riego de 352 hectáreas.

## **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

### **5.1 El acuífero**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada, y conglomerados; en el centro de la llanura, estos depósitos pueden alcanzar espesores de algunos cientos de metros. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial, que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

En la llanura se pueden distinguir tres medios diferentes por donde circula el agua subterránea: el medio poroso, con permeabilidad primaria, secundaria, intergranular y de fracturas; el medio fracturado, con permeabilidad secundaria, y el medio de doble porosidad, con permeabilidad combinada, intergranular y de fracturas. Las fronteras y barreras al flujo subterráneo están representadas por las mismas rocas sedimentarias y volcánicas, cuando éstas se presentan compactas; por rocas metamórficas y metasedimentarias, así como localmente por rocas intrusivas.

### **5.2 Niveles del agua subterránea**

Profundidad al nivel estático. La profundidad al nivel estático en el año 2015 muestra que los valores varían, de manera general, de 40 a 140 metros, los cuales se incrementan por efecto de la topografía, desde el centro del llano hacia las estribaciones de las sierras que lo delimitan. Los niveles estáticos más someros, de 40 a 50 metros, se presentan en la porción norte del acuífero, al este del poblado Estancia de Ánimas; en tanto que los más profundos, de 100 a 140 metros, se registran en el flanco oriental, en la zona comprendida entre las ciudad de Loreto y San Marcos, hasta las inmediaciones de Noria de Ángeles. En la zona agrícola la profundidad al nivel estático varía de 70 a 90 metros.

Elevación del nivel estático. La configuración de elevación del nivel estático para el año 2015 registró valores que variaron de 2,100 a 1,920 metros sobre el nivel del mar, los cuales decrecen gradualmente desde la porción norte del acuífero hacia la llanura aluvial, localizada en la región centro y continua hacia el sur, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo norte-sur, con alimentaciones provenientes de los flancos oriental y occidental. En la porción sur del acuífero, se ha formado un extenso cono de abatimiento, entre la Ciudad de Loreto y la localidad Tierra Blanca, induciendo también flujo subterráneo procedente del acuífero vecino Valle de Chicalote, del Estado de Aguascalientes. De esta manera, las menores elevaciones, de 1,920 a 1,940 metros sobre el nivel del mar, se registran en la porción sur del acuífero, entre la Ciudad de Loreto y el poblado Tierra Blanca; en tanto que las mayores elevaciones, de 2,070 a 2,100 metros sobre el nivel del mar, se presentan al norte, entorno del poblado Estancia de Ánimas.

Evolución del nivel estático. La configuración de evolución del nivel estático para el periodo de años de 1998 a 2015, registra valores de abatimiento en la mayor parte de la superficie del acuífero, que varían de 5 a 50 metros. Es muy notable el extenso cono de abatimiento que se ha formado en la región comprendida entre las poblaciones Loreto, Tierra Blanca y Madero, en donde se ubica la región agrícola de extracción intensiva. En esta zona el abatimiento medio anual es de 2.4 metros. En la superficie restante del acuífero, el ritmo de abatimiento varía de 0.3 a 1.2 metros anuales.

### **5.3 Calidad del agua subterránea**

De los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, realizados al acuífero Loreto, clave 3229, se determinó que los valores de concentración de sólidos totales disueltos varían de 350 a 500 miligramos por litro, que no superan el límite máximo permisible de 1000 miligramos por litro, establecido por la Norma Oficial Mexicana "MODIFICACIÓN de 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 del 2000.

Los valores más altos de sólidos totales disueltos se registran al sur del acuífero y se incrementan en dirección general norte-sur, confirmando con ello la dirección preferencial del flujo subterráneo. Los valores más bajos se presentan en la región norte y en los flancos oriental y occidental del acuífero, donde se ubican las principales zonas de recarga. Los valores de temperatura varían de 23.5 a 32.7 grados centígrados y el

potencial Hidrógeno varía de 6.99 a 7.80, valores que son representativos de agua que se considera ligeramente alcalina.

Por otra parte, de acuerdo con el criterio de Wilcox, en el acuífero predomina el agua de salinidad media con bajo contenido de sodio, que se considera apta para el uso agrícola, sin restricción alguna en el tipo de cultivos y suelos. En menor proporción presenta aguas de salinidad alta con bajo contenido de sodio, cuya utilización en la agricultura requiere de suelos con buen drenaje y lavados periódicos.

### 5.5 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, la recarga media anual total que recibe el acuífero Loreto, clave 3229, es de 32.7 millones de metros cúbicos anuales; integrados por 26.3 millones de metros cúbicos anuales generados por entradas de flujo subterráneo; 2.7 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical, producto del agua de lluvia que se infiltra, y 3.7 millones de metros cúbicos anuales que ingresan al acuífero como recarga inducida debido a los retornos del riego agrícola.

Las salidas del acuífero están conformadas únicamente por el bombeo. No existen salidas naturales subterráneas, descargas de manantiales, por evapotranspiración, ni por flujo base de ríos. El cambio de almacenamiento es negativo, lo que indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero, y provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea.

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas se determinó conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, 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 27 de marzo de 2015, aplicando la expresión:

$$\begin{array}{l} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL} \\ \text{DE AGUA DEL SUBSUELO EN} \\ \text{UN ACUÍFERO} \end{array} = \begin{array}{l} \text{RECARGA TOTAL} \\ \text{MEDIA ANUAL} \end{array} - \begin{array}{l} \text{DESCARGA NATURAL} \\ \text{COMPROMETIDA} \end{array} - \begin{array}{l} \text{EXTRACCIÓN DE} \\ \text{AGUAS} \\ \text{SUBTERRÁNEAS} \end{array}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Loreto, clave 3229, se determinó considerando una recarga media anual de 32.7 millones de metros cúbicos anuales, no existe descarga natural comprometida; un volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 81.050774 millones de metros cúbicos anuales, resultando un déficit de 48.350774 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO- ADMINISTRATIVA	ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES											
VII CUENCAS CENTRALES DEL NORTE	ZACATECAS	3229	LORETO	32.7	0.0	81.050774	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-48.350774

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Loreto, clave 3229.

El volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 32.7 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, ya que la descarga natural comprometida se considera nula.

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

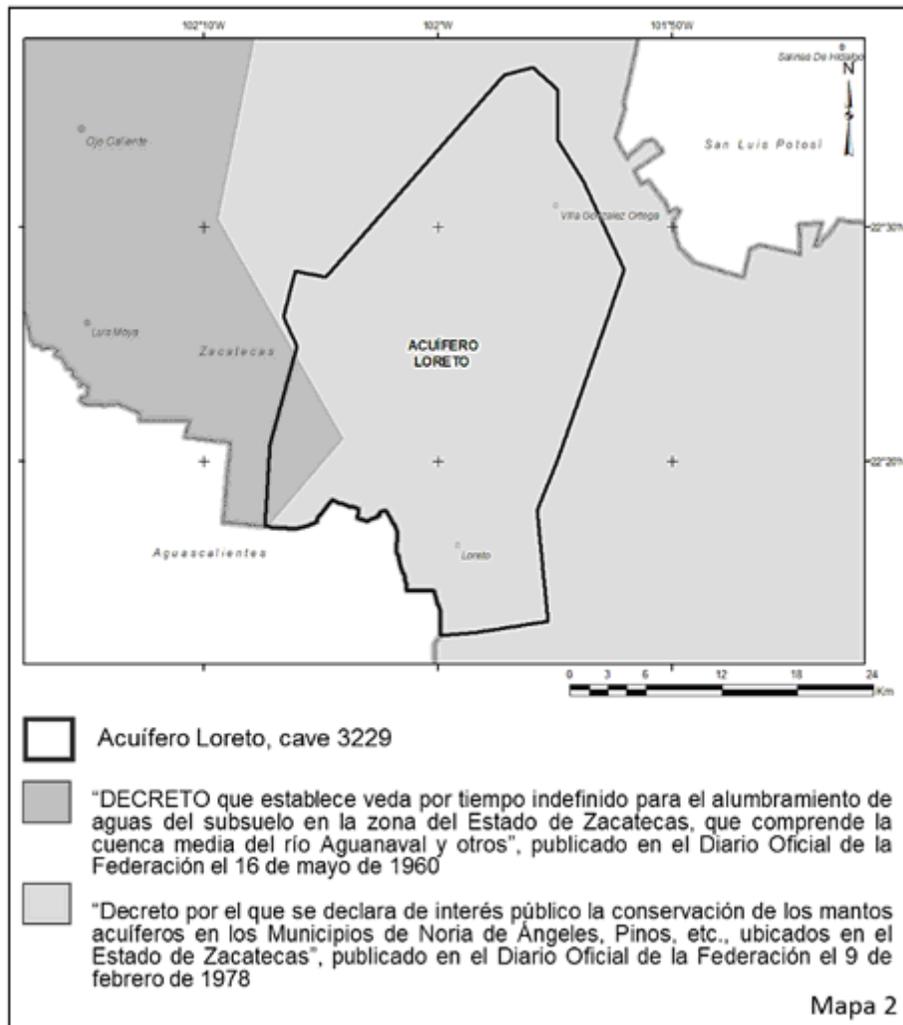
Actualmente, en la extensión del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, se encuentran vigentes los siguientes Decretos de veda de aguas del subsuelo:

- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960, cuyas disposiciones aplican en el área suroccidental del acuífero Loreto, clave 3229, y
- b) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Noria de Ángeles, Pinos, etc., ubicados en el Estado de Zacatecas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de febrero de 1978, cuyas disposiciones aplican en la mayor parte de la extensión del acuífero Loreto, clave 3229.

Con relación a dichos instrumentos, cabe señalar que conforme a la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo, vigente para la veda establecida en el año 1960, y la Ley Federal de Aguas, vigente para la veda establecida en 1978, dichas regulaciones tuvieron por efectos jurídicos permitir de forma controlada nuevas extracciones mediante título de asignación o concesión y permiso para obras de alumbramiento, a fin de procurar la conservación de los acuíferos en condiciones de explotación racional.

Considerando que dichos instrumentos jurídicos fueron emitidos en 1960 y 1978, el ámbito espacial de su aplicación se determinó con base en la división política de los municipios y entidades federativas, posteriormente, 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", instrumento que vinculado con el uso de equipos de geoposicionamiento, el desarrollo de sistemas de información geográfica y la disponibilidad de herramientas computacionales, han permitido que a la fecha se logren identificar las áreas de dichas unidades de gestión, ubicarlas en coordenadas geográficas y establecer sus límites, así como relacionar su localización con el ámbito territorial en el que surten efectos los Decretos señalados.

A continuación se ilustran en el mapa las áreas dentro del acuífero Loreto, clave 3229, en las que tienen aplicabilidad las disposiciones de los instrumentos jurídicos anteriormente referidos:



## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1. Escasez natural de agua

El acuífero Loreto, clave 3229, se localiza en la región semiárida del Estado de Zacatecas, presenta características de baja precipitación y alta tasa de evaporación, lo cual disminuye la disponibilidad de agua superficial e incrementa la presión sobre el agua de origen subterráneo. La precipitación pluvial es del orden de 397 milímetros por año, que equivale al 85.6 por ciento de la media anual registrada en la entidad, muy por debajo de la media nacional, representando el 57.2 por ciento de la media anual del país. La temperatura media anual es de 17 grados centígrados, y la evaporación potencial media de 2,056 milímetros anuales; estas características se traducen en una escasez natural de agua.

Este panorama de escasez de agua, también se ve reflejado en las 27 declaratorias de sequía, emitidas en el periodo comprendido del 2000 al 2008, por la Secretaría de Gobernación (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastre 2009).

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno, para lo que se apoya en el Monitor de Sequía en México, que consta de un Reporte que contiene una descripción de la sequía en el país, tablas y gráficos de porcentaje del área afectada por sequía a nivel nacional. Se predice para la región una expansión geográfica de sequías catalogadas como muy fuertes.

Las perspectivas ante el calentamiento global, para el año 2040, pronostican una reducción del 2 por ciento de la precipitación e incremento en la temperatura de 2.3 grados centígrados, dando como consecuencia un aumento en las necesidades hídricas mayor al 4 por ciento.

## **8.2. Sobreexplotación**

Los resultados de la evolución del nivel estático en el periodo comprendido entre los años 1998 a 2015, indican que la zona con abatimientos más críticos se localiza en la porción comprendida entre las poblaciones Loreto, Tierra Blanca y Madero, que es precisamente donde se ubica la región agrícola, y se ha formado un gran cono de abatimiento con descenso en el nivel del agua, del orden de 2.4 metros por año.

El acuífero Loreto, clave 3229, presenta condiciones de sobreexplotación, debido a que la extracción de agua subterránea ha sido durante un tiempo prolongado superior a la recarga que recibe, por lo que actualmente se presentan los efectos negativos asociados, tales como el descenso de los niveles de agua subterránea, el deterioro de la calidad del agua subterránea, lo que se traduce en una baja rentabilidad de varios cultivos; lo cual ha traído consigo un freno al desarrollo de diversos sectores productivos y una fuerte competencia por el uso del agua.

A pesar de que este acuífero actualmente se encuentra completamente vedado por los Decretos señalados en el considerando séptimo, en tanto que no se sujete a una regulación en términos de la legislación vigente, será más difícil la implementación de las acciones tendientes a reducir la sobreexplotación, persistiendo el riesgo de que se agraven los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento del nivel del agua subterránea, con la consecuente inutilización de pozos y el incremento de los costos de bombeo.

## **8.3 Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua**

La calidad del agua subterránea en el acuífero Loreto, clave 3229, podría verse afectada por la extracción de agua cada vez más profunda y más antigua que circula a través de las rocas volcánicas fracturadas, que puede disolver diferentes elementos de origen natural nocivos para la salud. Adicionalmente en el acuífero Loreto, clave 3229, existe el riesgo de contaminación, debido al retorno del riego agrícola, que por el uso de agroquímicos representa una fuente potencial de contaminación al agua subterránea.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Loreto, clave 3229, recibe una recarga media anual de 32.7 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es de 81.050774 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 48.350774 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones.
- La nula disponibilidad media anual de agua subterránea, aunado a su problemática, implica que el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlado, conforme a la legislación vigente, que tenga por objetivo detener la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su sustentabilidad ambiental.
- La extensión total del acuífero Loreto, clave 3229, se encuentra sujeta a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el considerando séptimo del presente estudio técnico; que en términos de la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo vigente en 1960 y de la Ley Federal de Aguas vigente en 1978, constituyan un medio de control de los aprovechamientos.
- Actualmente se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el descenso de los niveles de agua y reducción en el rendimiento de los pozos, con el consiguiente incremento en los costos de bombeo, lo que ha propiciado que algunos cultivos resulten poco rentables, con lo que se ha afectado al sector agrícola principal consumidor del agua.
- Existen además otras evidencias vinculadas a la sobreexplotación del acuífero, como los agrietamientos y los asentamientos del terreno, por lo que está en riesgo la sustentabilidad del acuífero, ya que de continuar el mismo ritmo de extracción, existe la amenaza de que la

sobreexplotación se agrave, sin posibilidad de recuperación y por tanto, que la problemática adquiera mayores dimensiones en detrimento del ambiente y de los usuarios de las aguas nacionales subterráneas en la región.

- De los resultados expuestos, en el acuífero Loreto, clave 3229, 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 del recurso hídrico; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural; al control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental y la prevención del aumento de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de una zona de veda para un mayor control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Loreto, clave 3229, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### **10. RECOMENDACIONES**

- Suprimir en la extensión del acuífero Loreto, clave 3229, la veda establecida mediante el “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960.
- Suprimir en la extensión del acuífero Loreto, clave 3229, la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Noria de Ángeles, Pinos, etc., ubicados en el Estado de Zacatecas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de febrero de 1978.
- La problemática del acuífero Loreto, clave 3229, reúne las causales de interés y utilidad pública, para que en términos legales se proceda a establecer dentro de sus límites oficiales, una zona de veda conforme a lo señalado en la fracción LXV del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales.
- Una vez establecida la zona de veda, actualizar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto 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.-** El estudio técnico que contiene la información detallada, planos y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estará disponible para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua en su Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, sito en Calzada Manuel Ávila Camacho, Número 2777, Oriente, Colonia Las Magdalenas, Torreón, Coahuila, Código Postal 27010, así como en la Dirección Local Zacatecas, que se ubica en Avenida Secretaría de la Defensa Nacional Número 90, Zona Industrial, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98604.

Ciudad de México, a los 16 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.