

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Texcoco, clave 1507, 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, 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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, en el Estado de México, obteniéndose un déficit de 111.865949 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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507;

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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, 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 del mismo en la Nonagésima Sexta Sesión Ordinaria de su 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 TEXCOCO, CLAVE 1507, 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 Texcoco, clave 1507, ubicado en el Estado de México, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Texcoco, clave 1507, se localiza en el centro del país, en la zona este de la Cuenca de México, en la porción centro-oriental del Estado de México, con una superficie de 934 kilómetros cuadrados, el cual comprende totalmente los municipios Chicoloapan, Chimalhuacán, Chiautla, Papotla; la mayor parte de los municipios de Texcoco, Chiconcuac, Atenco, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, La Paz y Tepetlaoxtoc, así como pequeñas porciones de los municipios Acolman, Ecatepec de Morelos y Tezoyuca, todos ellos del Estado de México. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México.

Los límites del acuífero Texcoco, clave 1507, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación y corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009:

**ACUÍFERO 1507 TEXCOCO**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	39	39.3	19	27	27.6	DEL 1 AL 2 POR EL LÍMITE ESTATAL
2	98	39	30.5	19	27	18.0	
3	98	41	51.6	19	25	6.9	
4	98	43	11.0	19	22	11.6	
5	98	46	52.6	19	20	6.7	
6	98	55	1.0	19	20	46.4	
7	98	55	21.5	19	18	29.8	
8	98	58	17.4	19	21	59.0	
9	99	1	25.4	19	23	28.2	
10	99	1	59.0	19	24	8.4	
11	99	2	50.0	19	26	37.3	
12	99	0	50.2	19	29	9.4	DEL 12 AL 13 POR EL LÍMITE MUNICIPAL
13	99	0	48.6	19	33	27.9	
14	99	1	4.5	19	34	8.8	
15	99	1	0.7	19	35	11.6	
16	98	58	48.8	19	34	50.6	
17	98	52	9.8	19	35	24.2	
18	98	50	23.5	19	38	4.7	
19	98	46	41.1	19	35	25.6	
20	98	41	35.1	19	34	30.4	DEL 20 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL
1	98	39	39.3	19	27	27.6	

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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, era de 2,400,041 habitantes, distribuidos en 46 localidades urbanas que en conjunto albergan a 2,346,652 habitantes, y 148 localidades rurales cuya población en conjunto suma 53,389 habitantes.

Las localidades más pobladas dentro de los límites del acuífero Texcoco, clave 1507, son Ciudad Nezahualcóyotl con 1,101,585 habitantes, Chimalhuacán con 612,383 habitantes, Chicoloapan de Juárez con 172,919 habitantes, Texcoco de Mora, con 105,165 habitantes, San Francisco Acuatla, con 27,960 habitantes, La Magdalena Atlicpac con 26,429, San Miguel Coatlinchán con 22,619 habitantes, Chiconcuac de Juárez con 21,738 habitantes, San Salvador Atenco, con 17,124 habitantes, Santa María Tulantongo con 15,584 habitantes, San Sebastián Chimalpa, con 12,951 habitantes, Lomas de San Sebastián, con 12,372 habitantes, Santiago Cuautlalpan con 12,336 habitantes y Profesor Carlos Hank González con 10,416 habitantes.

En la tabla 2 se presenta la distribución de la población que habita en los municipios comprendidos dentro de los límites del acuífero Texcoco, clave 1507, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía para el Censo de población del año 2005, el Censo de Población y Vivienda del año 2010, y el Censo de población del año 2015, para mostrar la evolución y distribución de la población a través del tiempo, caracterizada por un importante incremento, debido a que estos municipios del Estado de México se localizan a la zona conurbada de la Ciudad de México, con un acelerado crecimiento.

**Tabla 2. Distribución de la población dentro de los límites del acuífero Texcoco por Municipio**

Municipio		Número de habitantes en los municipios comprendidos dentro del acuífero Texcoco, de acuerdo con la información de INEGI		
		Conteo 2005	Censo 2010	Conteo 2015
15058	Nezahualcóyotl	1,140,528	1,110,565	1,039,867
15031	Chimalhuacán	525,389	614,453	679,811
15099	Texcoco	209,308	235,151	240,749
15029	Chicoloapan	170,035	175,053	204,107
15070	La Paz	232,546	253,845	293,725
15039	Ixtapaluca	429,033	467,361	495,563
15011	Atenco	42,739	56,243	62,392
15093	Tepetlaoxtoc	25,523	27,944	30,680
15030	Chiconcuac	19,656	22,819	25,543
15028	Chiautla	22,664	26,191	29,159
15069	Papalotla	3,766	4,147	3,963
<b>Total</b>		<b>2,821,187</b>	<b>2,993,772</b>	<b>3,105,559</b>

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 24 por ciento de la población se ocupa en el comercio, el 20 por ciento de la población se dedica a alguna actividad dentro de la industria manufacturera, el 7 por ciento se dedica a la industria de la construcción; el 6 por ciento se dedica a actividades propias del transporte, correos y almacenamiento; el 1.3 por ciento se dedica al sector agrícola, forestal y ganadero, mientras que la demás población se dedica a los servicios, educativos, profesionales, de apoyo a negocios, de salud y de asistencia social, de esparcimiento y culturales, hoteles y restaurantes, financieros y de seguros, inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles, y actividades del gobierno.

El principal uso del agua subterránea del acuífero Texcoco, clave 1507, es el público urbano, ya que el 70 por ciento del volumen total que se extrae del acuífero se destina para este uso.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1. Climatología**

De acuerdo con la clasificación climatológica de Köppen, modificada por Enriqueta García para las condiciones de la República Mexicana, en la superficie del acuífero Texcoco, clave 1507, predomina el clima seco templado o árido templado con verano cálido, con régimen de lluvias en verano, y porcentaje de lluvia invernal menor de 5 por ciento anual. En las estribaciones de la sierras de mayor altitud se presenta el clima semifrío subhúmedo, con lluvias en verano, temperatura media anual entre 5 y 12 grados centígrados, porcentaje de lluvias invernales menor de 5 por ciento. En la parte más alta del Monte Tláloc el clima es frío, con temperatura media anual entre -2 y 5 grados centígrados e invierno muy marcado.

Para la determinación de las variables climatológicas se utilizó la información de 21 estaciones climatológicas que tienen influencia en el área del acuífero, 15 de ellas localizadas dentro de su superficie, específicamente en las estaciones climatológicas denominadas Atenco, La Grande, Tepetlaoxtoc, Atenco, San Andrés Río Frío, Texcoco, San Juan Totolapan, San Miguel Tlaixpan, Chapingo, Chapingo (SMN), Lago Nabor Carrillo, Campamento Plan Lago de Texcoco, El Tejocote, Cuatepec de Los Olivos y Km 2 + 120 Bombas; y seis estaciones climatológicas más localizadas en las inmediaciones del acuífero, denominadas Tepexpan, Xochihuacán, Los Reyes, Nezahualcóyotl (Palacio Municipal) y km 27 + 250 Gran Canal; así como el plano de isotermas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. De esta manera se determinaron valores de precipitación media anual de 750 milímetros anuales y de temperatura media anual de 25 grados centígrados. Para las zonas altas de las sierras, la temperatura media anual es de 10 grados centígrados.

#### **3.2 Fisiografía y Geomorfología**

De acuerdo con la clasificación de E. Raisz, modificada por Ordoñez (1964), el acuífero Texcoco, clave 1507, se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la porción central de la Subprovincia Fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta provincia está caracterizada por el predominio de derrames basálticos, numerosos volcanes y lagos, cuya morfología, orientación y distribución, sugieren estar situados en fosas tectónicas.

El Eje Neovolcánico se caracteriza por una serie de cadenas montañosas de origen volcánico, extensas coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, grandes estrato-volcanes, así como grandes depósitos de arena y cenizas, que atraviesa el país en dirección este-oeste, aproximadamente sobre el paralelo 19 grados de latitud norte. Las rocas que componen el Eje Neovolcánico son producto de eventos lávicos y piroclásticos, cuya composición varía de basáltica a riolítica. Las geoformas volcánicas presentan edades que varían desde mediados del Terciario al Reciente.

Antiguamente el Valle de México drenaba hacia el sur, las corrientes superficiales que circulaban en dicha dirección fueron interrumpidas por las emisiones de productos volcánicos a través de conos que dieron origen a la Sierra de Chichinautzin, erupción que ocurrió hace aproximadamente 600,000 años, dejando al Valle de México sin drenaje al exterior, convirtiéndose en un una cuenca endorréica, lo que favoreció la acumulación de agua en la región central del valle, condiciones que dieron origen a la formación de los lagos de Zumpango, Texcoco, Xochimilco y Tláhuac, mencionados de norte a sur, actualmente desecados o en proceso de desecación.

La presencia de las sierras es uno de los aspectos físicos que caracterizan y limitan a la Cuenca de México; sin embargo, en su interior el relieve es básicamente suave, dominando las llanuras lacustres con altitudes promedio de 2,240 metros sobre el nivel del mar, que sólo se ven interrumpidas por algunas elevaciones de relativa altura entre las que destacan las sierras de Guadalupe y Santa Catarina. En general, es posible identificar en la superficie del acuífero dos elementos geomorfológicos principales, las zonas altas que bordean al valle, que están constituidas por sierras, cerros, laderas y lomeríos en la porción oriental, y las zonas planas que corresponden a una altiplanicie que consta de depresiones lacustres en proceso de desecación y pequeñas elevaciones topográficas aisladas.

#### **3.3 Geología**

La geología del acuífero Texcoco, clave 1507, está íntimamente ligada al desarrollo y evolución de la Cuenca de México, de la cual forma parte. En el subsuelo de la cuenca se presentan formaciones sedimentarias marinas de rocas calizas, correspondientes al Mesozoico, particularmente del Cretácico; sin embargo, las rocas aflorantes son predominantemente de origen continental, asociadas con los procesos volcánicos, tectónicos y sedimentarios del Terciario y Cuaternario.

En el subsuelo existen secuencias de rocas que corresponden a intercalaciones de productos volcánicos, tales como lavas, tobas y cenizas que incluyen depósitos sedimentarios continentales, que corresponden a materiales granulares transportados por ríos y arroyos provenientes de las partes topográficamente altas y que rellenan los valles. Cubriendo a dichos materiales, con

espesores variables, se encuentran arcillas y arenas finas, que son el producto de los más recientes procesos sedimentarios de los antiguos lagos.

Durante el Cuaternario el vulcanismo es principalmente de composición andesítico-basáltico, reconocido en los cerros Chimalhuacán, Gordo y El Pino y las erupciones basálticas y andesíticas entre Tizayuca y Apan. Las sierras mayores con grandes volcanes, como los de la Sierra Nevada, alcanzaron su máximo desarrollo, formándose extensos abanicos volcánicos. Las áreas de mayor extensión de rocas volcánicas cuaternarias se localizan al oriente y nororiente de Tizayuca-Atzompa-Texcoco, misma que se extiende hasta Ciudad Sahagún-Singuilucan, al norte y nororiente de Apan, Hidalgo.

El origen de los depósitos lacustres está relacionado con la obstrucción definitiva del drenaje de la Cuenca de México, causado por la intensa actividad volcánica que edificó la Sierra de Chichinautzin. En algunas porciones de las planicies se presentan en su superficie costras de caliche, la cual es evidencia de la presencia actual del nivel freático somero y su relación con la antigua influencia lacustre en muchas de ellas.

Los procesos estructurales desarrollados durante el Plioceno Tardío y Cuaternario, dieron origen a la formación de amplias fosas tectónicas con un rumbo preferentemente nor-noreste definidas como Tláloc-Apan y Cuauhtepic, identificadas en la Sierra de Guadalupe. Estas depresiones están limitadas por fracturamientos y fallas que provienen del poniente y describen un gran arco cóncavo hacia el sur, que afecta a la Sierra Nevada y formó la fosa en el flanco poniente del Cerro Tláloc.

Las grandes depresiones formadas fueron rellenas por material clástico, al oriente, hacia el antiguo Lago de Texcoco, donde existen depósitos aluviales de granulometría gruesa cerca de las sierras que disminuye a medida que se acerca hacia la zona limítrofe del vaso lacustre, los cuales están constituidos por depósitos clásticos plio-cuaternarios subyacidos por material aluvial y lahares retrabajados. Estas depresiones o fosas fueron cubiertas tanto por materiales producto de la erosión como por rocas provenientes de la actividad volcánica contemporánea, así, en la parte inferior de las sierras mayores se encuentran extensos abanicos volcánicos; mientras que las sierras de menor elevación, como la Sierra de Guadalupe, se caracterizan por presentar abanicos aluviales menores.

### **Geología estructural.**

Las fallas normales y activas presentes en la zona indican que la región ha estado sometida a la acción de un régimen tectónico distensivo. La tectónica regional indica que las rocas más antiguas son producto de vulcanismo asociado al desarrollo de un arco de islas que probablemente inició a finales del Jurásico y continuó hasta el Cretácico Inferior, relacionado con la margen activa del Océano Pacífico. El periodo Albiano-Cenomaniano se caracteriza por la estabilidad tectónica en la región, lo que propició la precipitación de carbonatos y el depósito de las calizas de las formaciones Xochicalco, Morelos y El Doctor, que culmina con el cambio a la sedimentación terrígena de la Formación Mezcala. A principios del Terciario se interrumpe la sedimentación debido a la fase tectónica más intensa de la Orogenia Laramide caracterizada por esfuerzos compresivos de deformación continua que producen pliegues y cabalgaduras en las rocas cretácicas. Casi de manera contemporánea al levantamiento, empieza a actuar una fase erosiva con sedimentación molásica, representada por la Formación Balsas, también contemporáneamente se desarrolla el evento magmático andesítico de la Sierra Madre del Sur, que puede relacionarse con la migración de arcos magmáticos que se distribuyen a lo largo de la costa del Pacífico, evidenciado por intrusiones graníticas-granodioríticas y vulcanismo andesítico. Durante el Mioceno Medio se inicia el desarrollo del Eje Neovolcánico como una serie de eventos con características vulcanológicas y estructurales muy particulares cuyas rocas, caracterizadas por la abundancia de andesitas y dacitas, son típicas de una provincia calcoalcalina. El Eje Neovolcánico se originó por un proceso de subducción en el que la placa que se introduce en forma oblicua respecto de la fosa, presenta variantes en sus características como espesor, densidad, edad, distancia, ángulo de subducción, composición; además de que otros eventos lo afectaron, y permitieron el ascenso de magmas a través de la superficie de debilidad.

Las estructuras geológicas más importantes en la subcuenca de Texcoco son los aparatos volcánicos del Terciario y del Cuaternario, entre los cuales existen algunas diferencias, que se pueden agrupar por edades y tipo de estructuras. El volcán más importante del área es el estratovolcán Tláloc, que tiene un radio de aproximadamente 20 kilómetros, cuyos productos eruptivos alcanzaron el Lago de Texcoco, sus laderas están conformadas por secuencias piroclásticas que representan un volumen grande de materiales granulares en la porción oriental del área. Otra estructura volcánica de importancia es la Sierra de Guadalupe, ubicada al noroeste. Es la más antigua del área y tiene una longitud aproximada de 10 kilómetros. También se identifican otras dos estructuras volcánicas que conforman los afloramientos de las rocas extrusivas del Mioceno Medio, una de estas estructuras se encuentra sepultada. En la porción norte y sur existen los volcanes escudo Chimalhuacán y Chiconautla, respectivamente, además de conos monogenéticos en la porción noreste, que forman parte del campo volcánico del norte de la Cuenca de México.

De la interpretación de imágenes de satélite se identificaron varios lineamientos importantes que se asocian con fallas. Los lineamientos más evidentes son fallas con dirección este-oeste, que atraviesan transversalmente el acuífero. La más importante es la que atraviesa el ex Lago de Texcoco proveniente de la Sierra de Guadalupe y continúa en la región al noreste de Texcoco. Por su orientación y la edad de las rocas que afecta, este sistema se originó durante el Pleistoceno, asociado a los esfuerzos distensivos típicos de esta porción del Eje Neovolcánico. También se aprecia un sistema estructural de fallas normales profundas, que debe ser de edad Plioceno o Mioceno tardío, con direcciones norte-noroeste- sur-sureste y noreste-suroeste. La primera dirección de este arreglo es la que formó el volcán Iztaccihuatl, que al interpretar la información del subsuelo se identificó que afecta notablemente a las rocas extrusivas del Terciario Medio. La dirección noreste-suroeste se observa claramente en los lineamientos tectónicos regionales. De esta manera, el Lago de Texcoco está formado en una depresión tectónica afectada por fallas de al menos dos periodos distintos, lo que explica la diferencia en el espesor de los depósitos clásticos del Cuaternario.

La evolución de los fenómenos volcánicos propició las condiciones para la formación de cuencas endorreicas, que posteriormente fueron rellenas con materiales vulcanoclásticos, en un medio lacustre. Estos depósitos actualmente se hallan en una etapa de rejuvenecimiento y están siendo erosionados. La cantidad y espesor de este paquete volcánico formado por sucesivas coladas de lava superpuestas, es testimonio de la durabilidad del fenómeno y de la abundante productividad volcánica durante el lapso de tiempo que abarcó desde principios del Terciario hasta el Reciente.

El acuífero está constituido, en su porción superior por un paquete arcilloso de alta porosidad, baja permeabilidad y gran heterogeneidad en su constitución, que forma un acuitardo de espesor variable que actúa como confinante o semiconfinante en el centro de la cuenca. Bajo este paquete se encuentra el acuífero actualmente en explotación, formado principalmente por material granular más grueso que el del acuitardo, depósitos vulcanoclásticos y conglomerados de origen volcánico, también de espesor y propiedades hidráulicas variables, generalmente mayor de 200 metros. Le subyacen rocas volcánicas fracturadas, cuya base se localiza hasta 2,000 metros en el centro del valle, disminuyendo hacia los márgenes de la cuenca.

### **Geología del Subsuelo.**

De acuerdo con la información de los cortes litológicos de los pozos del Ramal Texcoco, el material predominante en el subsuelo del acuífero Texcoco, clave 1507, está constituido por arcillas impermeables en los primeros 40 metros de profundidad; subyacen a este material intercalaciones de arenas, tobas y gravas de los abanicos aluviales hasta la profundidad de 200 metros. En el corte de un pozo que se localiza en el centro del Lago de Texcoco, se obtuvieron muestras a partir de 170 metros de profundidad, de material constituido por intercalaciones de tobas, arcillas, areniscas y gravas hasta 1,400 metros de profundidad; subyaciendo a este material se encontró roca ígnea hasta 2,065 metros. El material impermeable lo constituyen las rocas volcánicas antiguas y calizas, en tanto que el paquete sedimentario da origen a un sistema acuífero complejo, formado por tres grandes cuerpos, en la parte superior un paquete arcilloso de alta porosidad, baja permeabilidad y gran heterogeneidad en su constitución, que forma un acuitardo de espesor variable y que actúa como confinante o semiconfinante en el centro de la cuenca. Bajo este paquete se encuentra el acuífero actualmente en explotación, formado por material granular más grueso que el acuitardo, esto es, piroclastos y conglomerados de origen volcánico, cuyas propiedades hidráulicas y espesor es variable, generalmente mayor de 200 metros. Le subyacen rocas volcánicas fracturadas, cuya base llega a estar a los 2,000 metros en el centro, disminuyendo hacia los márgenes de la cuenca. A continuación se describen las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio, de la más antigua a la más reciente.

### **Terciario.**

Rocas extrusivas del Mioceno Medio y Tardío. Se agruparon a las rocas volcánicas que difieren en composición litológica y posición estratigráfica con respecto a las rocas volcánicas del Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano. Estas rocas se encuentran asociadas a tres aparatos volcánicos tipo estratovolcán de grandes dimensiones, el mayor de ellos se localiza al noroeste, en la Sierra de Guadalupe. Estas rocas se encuentran constituidas por secuencias de tobas, brechas volcánicas y lavas que en algunos lugares se encuentran interestratificadas con brechas volcánicas, cuya composición varía de andesítica a dacítica. En el subsuelo del Lago de Texcoco, se interpretan pertenecientes a esta unidad, las secuencias que se encuentran entre los 490 y 1,125 metros de profundidad, de acuerdo con los fechamientos realizados por el método de Potasio-Argón.

Depósitos piroclásticos y clásticos aluviales del Plioceno. Se designa con este nombre a los depósitos no diferenciados, relacionados genéticamente con la actividad piroclástica, fluvial y lacustre de todo el Plioceno. Su espesor máximo en el subsuelo es del orden de 300 metros. En las descripciones de los pozos perforados durante el Proyecto Texcoco, se describen arcillas, arenas, tobas, margas y calizas lacustres, que se han encontrado hasta una profundidad de 517 metros. Su edad, de acuerdo con sus relaciones estratigráficas, corresponde al Plioceno.

### **Cuaternario.**

Formación Tláloc. Constituida por coladas lávicas que forman parte de la Sierra Río Frío, no obstante estas secuencias están relacionadas con flujos piroclásticos lobulados, en forma de mesetas inclinadas; secciones de referencia se pueden observar en los bancos de materiales localizados en el flanco poniente de la sierra, así como en las cañadas El Muerto, El Partidor y Los Pilares. Esta formación está compuesta principalmente por flujos piroclásticos en las partes bajas de los volcanes Tláloc y Telapón, mientras que en las partes altas de dichos volcanes, se presentan secuencias de lavas y piroclásticos, la composición de las lavas es andesítica a dacítica. Cerca del área de estudio al este y noreste de San Miguel Coatlinchan aflora esta formación constituida por brechas volcánicas y lavas andesíticas.

Formación El Pino. Esta unidad agrupa las rocas volcánicas que forman los cerros La Estrella, El Pino, Chilalhuacán, Chiconautla, Gordo y otras estructuras aisladas. Las secciones tipo se encuentran en las cañadas del volcán El Pino; los espesores máximos medidos son del orden de los 700 metros, y se presentan en los centros eruptivos acuñándose hacia la periferia. Las coladas lávicas de los volcanes pertenecientes a esta unidad, se extienden en ocasiones en el subsuelo, intercalándose con depósitos aluviales. Se encuentra

sobreyacente a los depósitos aluviales y sobre piroclásticos de la denominada Formación Tláloc, por su parte se encuentra cubierta por los estratos más recientes de aluvión y por los depósitos lacustres, y se localiza al sureste de la población San Miguel Coatlinchan, constituida por lavas basálticas.

Depósitos aluviales. Son los materiales de origen aluvial y fluvial, acumulados en el Valle de Texcoco, principalmente como relleno del valle antes de la existencia del lago, y posteriormente cuando el lago ya existía, en las márgenes de las sierras que rodean al Lago de Texcoco. El espesor del aluvión es del orden de 350 a 400 metros; sin embargo se aprecia que en las capas inferiores, a partir de los 180 metros, se encuentra interestratificado con tobas vítreas, que se asocian a la Formación Tláloc. En su parte superior está conformado por secuencias de arenas, limos y gravas interestratificadas, capas que actúan como una frágil protección a la infiltración de las aguas saladas de la porción superior del acuífero. Por sus relaciones estratigráficas y determinaciones radiométricas, se sitúa al aluvión en un rango de edad del Pleistoceno al Reciente.

Depósitos lacustres. Se agrupan dentro de esta unidad, todos los depósitos granulares depositados en ambiente lacustre que se encuentran en el Lago de Texcoco, incluidos los estratos arenosos permeables, denominados como capas duras. Estos depósitos para fines prácticos, en la zona de Texcoco, y de la Ciudad de México, se han dividido en la Formación Arcillosa Superior y Formación Arcillosa Inferior a los estratos que quedan debajo de la segunda capa dura; estos estratos en la zona de Texcoco, presentan una edad superior a los 40,000 años, es decir, pertenecen al Pleistoceno Temprano.

#### **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 descendieron 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 (en construcción).

El acuífero Texcoco, clave 1507, pertenece a la Región Hidrológica 26 Pánuco, dentro de la Cuenca Hidrológica del Valle de México, que por su manejo artificial para drenar sus aguas pluviales y residuales, pertenece a la Subcuenca del Alto Pánuco, dicha cuenca está dividida en siete acuíferos. El acuífero Texcoco, clave 1507, colinda al este con el acuífero Soltepec, al sur con el acuífero Chalco-Amecameca, al oeste con el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, y al norte con el acuífero Cuautitlán-Pachuca.

El sistema hidrográfico del acuífero consiste en su mayor parte, de escurrimientos efímeros e intermitentes de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y arroyos secos durante el estiaje. Los ríos principales son Papalotla, Xalapango, Coxacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica, Coatepec y San Francisco; todos ellos descienden de la Sierra Nevada y confluyen en la zona federal del ex Lago de Texcoco y el destino final de las aguas de los ríos es el Dren Colector del Valle que se une finalmente con las aguas residuales de la Ciudad de México.

En cuanto al alcantarillado y drenaje de aguas pluviales y negras, se pueden mencionar varias redes de emisores, entre ellos, el emisor del poniente al que descarga sus aguas el Río Cuautitlán, para posteriormente salir de la cuenca. El Gran Canal del Desagüe es una estructura superficial construida a principios del siglo pasado para desalojar las aguas residuales y pluviales, y que ha estado en operación por más de 100 años; asimismo, se cuenta con la construcción del drenaje profundo que también desaloja las aguas fuera de la Cuenca de México, así como con varias plantas de tratamiento de agua para usos industriales y riego de jardines.

La gran cantidad de ríos, en su mayoría, además del agua pluvial, reciben y conducen aguas negras, situación por la cual, forman en muchos casos, parte de los sistemas de drenaje.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir que el acuífero Texcoco, clave 1507, es de tipo libre a semiconfinado, heterogéneo y anisótropo, constituido por los depósitos aluviales y lacustres del Terciario y Cuaternario, intercalados con materiales volcánicos, como tobas, brechas, depósitos piroclásticos, y lavas, que en conjunto presentan una permeabilidad media. En la porción centro-occidental

afloran materiales lacustres, caracterizados por la presencia de un alto porcentaje de arcillas de baja permeabilidad que conforman un acuitardo que convierten al acuífero en semiconfinado; esta primera capa presenta un espesor mayor a 100 metros en el centro del ex Lago de Texcoco y se adelgaza hacia las estribaciones de la sierra, donde desaparece, convirtiéndose en acuífero libre; una segunda capa involucra a los depósitos aluviales junto con materiales de la Formación Tarango; una tercera capa, que corresponde a las denominadas vulcanitas del Mioceno y del Oligoceno, que corresponden con tobas, brechas volcánicas e intercalaciones de lavas de baja permeabilidad. Las fronteras y barreras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico, están representados por los sedimentos arcillosos, y por las rocas volcánicas profundas que carecen de fracturamiento, y a mayor profundidad por los conglomerados compactos de la Formación Balsas y la secuencia de lutitas, limolitas y margas que constituyen la Formación Mezcala.

Debajo de esta secuencia, las rocas calizas cretácicas alojan un acuífero confinado por sedimentos lacustres y rocas arcillosas, cuya presencia y potencial ha sido demostrado en las perforaciones profundas realizadas en la Cuenca de México.

El acuífero Texcoco, clave 1507, está comunicado con el acuífero Cuautitlán-Pachuca, a través de los materiales aluviales y lacustres comunes en estas planicies; también manifiesta comunicación hacia el oriente con el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, a través de la continuidad de los depósitos lacustres y aluviales, y finalmente tiene comunicación hacia el sur con el acuífero Chalco-Amecameca, a través de materiales permeables de la Formación Tarango y los depósitos aluviales.

La recarga del acuífero proviene de la precipitación, así como de los excesos de riego y las fugas de los sistemas de abastecimiento de agua potable y red de drenaje. Actualmente no existen salidas por flujo base hacia los ríos, ni por evapotranspiración, debido a que el nivel del agua subterránea se encuentra a más de 30 metros de profundidad. Por tanto, las únicas salidas son por flujo horizontal subterráneo hacia el antiguo Lago de Texcoco, así como en forma artificial a través de pozos. 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 Texcoco, clave 1507, para el año de 2011, varía de 40 a 130 metros. Los valores más someros se registran en la porción suroeste del acuífero, en las inmediaciones del Lago Nabor Carrillo, desde donde se incrementan gradualmente, por efecto de la topografía, hacia el norte y este, en donde se localizan las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero. Los valores más profundos se presentan en la porción este del acuífero, hacia las estribaciones del Volcán Tláloc, en la base de la Sierra Quetzaltepec, desde la comunidad San Miguel Tlaixpan, hasta San Miguel Coatlinchán.

Elevación del nivel estático. La configuración de elevación del nivel estático en el acuífero Texcoco, clave 1507, para el año 2011, registra valores que varían de 2,300 a 2,170 metros sobre el nivel del mar. La disminución de la carga hidráulica ocurre desde las sierras, hacia el oeste del acuífero, en la zona del antiguo Lago de Texcoco. Las menores elevaciones, de 2,160 a 2,190 metros sobre el nivel del mar, se registran en toda la porción occidental del acuífero, en la zona que circunda el Lago Nabor Carrillo, la planta de tratamiento El Caracol y Texcoco. Las mayores elevaciones, de 2,220 a 2,300 metros sobre el nivel del mar, se registran en el extremo nororiental del acuífero, en las inmediaciones del poblado Santo Tomás y a lo largo de las estribaciones de la Sierra Quetzaltepec, desde donde descienden gradualmente, al igual que la profundidad por efecto topográfico, hacia el valle. La dirección del flujo subterráneo muestra una red concéntrica hacia el centro del valle. Al sur del acuífero, en las inmediaciones del Volcán Chimalhuacán, la elevación del nivel estático varía de 2,180 a 2,190 metros sobre el nivel del mar, en torno del Cerro El Pino, hacia el acuífero vecino Chalco-Amecameca. Las principales zonas de recarga se ubican en las sierras Guadalupe y Quetzaltepec, ubicadas en los extremos norte y oriental, respectivamente.

Evolución del nivel estático. Con respecto a la configuración de evolución del nivel estático para el periodo 2006-2011, se observa que se registran valores de abatimiento que varían de 6 a 19 metros, que representan un ritmo anual de abatimiento de 1.2 a 3.8 metros. La zona que muestra los mayores abatimientos se ubica hacia el sur del acuífero, en las inmediaciones de la comunidad Santiago Cuautlalpan, donde se aprecian abatimientos que superan los 10 metros en el periodo, mientras que hacia la zona de San Vicente Chicoloapan, se registran valores puntuales que superan los 15 metros. Al norte del acuífero, entre Tepetlaoxtoc y San Jerónimo Amanalco, se presentan los menores abatimientos. La porción central del acuífero donde se localiza Texcoco, se caracteriza por la presencia de abatimientos que varían de 4 a 8 metros en el periodo, que representan abatimientos de 0.8 a 1.6 metros anuales, desde los poblados de San Luis Huexotla y San Diego, ubicados al sur, hasta San Salvador Atenco y Chiconcuac.

### 5.3 Calidad del agua subterránea

El agua subterránea en las zonas Peñón-TEXCOCO y Lago Nabor Carrillo rebasan los límites máximos permisibles que establece la "MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000, en las concentraciones de cloruros, sólidos totales disueltos, hierro y manganeso.

Las concentraciones de cloruros, bicarbonatos y sólidos totales disueltos en el agua subterránea rebasan los límites máximos permisibles, que establece la norma anteriormente mencionada, en algunos pozos. La concentración de sólidos totales disueltos varía de 360 a 2,220 miligramos por litro; sólo tres muestras, dos procedentes de pozos en el Lago Nabor Carrillo y una muestra procedente de un pozo del Ramal Peñón-TEXCOCO, rebasan los 1,000 miligramos por litro, límite máximo establecido por la norma referida; mientras que las menores concentraciones de sólidos totales se presentan en la porción oriental del acuífero. El cloruro rebasa los 250 miligramos por litro, límite establecido para consumo humano, asimismo, en un pozo del Ramal Peñón-TEXCOCO se encontraron concentraciones de 311 miligramos por litro, y en un pozo del Lago Nabor Carrillo de 352 miligramos por litro; mientras que las concentraciones menores de cloruros ocurren en la región oriental del acuífero, en la zona de recarga, donde son comunes valores del orden de 20 a 30 miligramos por litro.

El registro de concentraciones de cloruro superiores al valor límite permisible en la región del ex Lago de Texcoco se relacionan con el drenado de la zona superior. En este sentido y de acuerdo con los trabajos realizados por diversos investigadores, la calidad del agua subterránea en el acuitardo ha sido identificada en forma indirecta por medio de geofísica y directa por medio de toma de muestras en pozos y piezómetros y extracción del agua de poro en núcleos de sedimentos. Los resultados de dichas investigaciones indican que en general, el agua subterránea contenida en el acuitardo lacustre se considera de mala calidad, al compararla con la norma referida. Aunque la información disponible relacionada con la distribución espacial de los solutos disueltos en el acuitardo no es abundante, es posible establecer que la salinidad del agua presenta una distribución heterogénea dentro del cuerpo arcilloso. Las concentraciones de sólidos totales disueltos que se detectan en la zona que ocupaba el Lago de Texcoco se encuentran entre 37,000 a 195,000 miligramos por litro. Para el caso de concentraciones de cloruro, los valores máximos son del orden de 60,000 miligramos por litro a una profundidad de 20 metros en los sedimentos lacustres de la planicie de Texcoco.

La presencia de características del acuífero semiconfinado en la región del ex Lago de Texcoco, favorece en el subsuelo la generación de condiciones redox reductoras, que facilitan la movilización de ciertos elementos. De este modo, las concentraciones de especies redox que se detectan en el agua subterránea de algunos pozos ubicados en las regiones con agua de mala calidad, indican que las condiciones redox a profundidad constituyen un factor determinante en la movilidad de elementos como el nitrógeno amoniacal, hierro, manganeso y ácido sulfhídrico, constituyentes que representan un problema en el abastecimiento de agua potable proveniente de pozos.

Para el caso del hierro y manganeso disueltos en el agua subterránea, la información señala que la gran mayoría de los pozos de los ramales Peñón-TEXCOCO y Lago Nabor Carrillo, presentan concentraciones superiores al límite máximo permisible para consumo humano por la norma referida, de 0.3 y 0.15 miligramos por litro, respectivamente.

Con respecto a las familias del agua por iones dominantes, están presentes diferentes familias del agua, predominando entre ellas la clorurada-sódica, bicarbonatada-sódica, clorurada-mixta, y bicarbonatada-magnésica, entre otras.

Considerando las direcciones de flujo que se presentan en la zona, es claro que las elevaciones topográficas que constituyen la zona de recarga, incluyen aquellas de la región oriental Sierra de Río Frío, las de la zona noroeste, Cerro de Chiconautla, y las elevaciones topográficas de la zona sur del acuífero Texcoco, inmediaciones de Santa María Chimalhuacán, constituidas por conos volcánicos y vulcanitas intermedias del Cuaternario Inferior, correlacionables con la Formación El Pino. Estas condiciones generan una dirección del flujo subterráneo desde las zonas norte, sur y oriental hacia la región centro occidental del acuífero, en donde se ubica el ex Lago de Texcoco, por lo que las menores concentraciones de salinidad se presentan en dichas zonas, incrementándose hacia la zona de descarga que representaba el Lago.

La ausencia de suficientes plantas de tratamiento impide la reutilización segura del agua residual, como fuente para satisfacer parcial o totalmente las necesidades de riego agrícola y jardines, que disminuirían la demanda de agua subterránea. Adicionalmente, la disposición, tránsito y uso de aguas residuales en la zona, constituye una fuente potencial de contaminación. De acuerdo a los resultados de los análisis de las aguas residuales practicados en los estudios anteriores, se concluye que la salinidad del agua residual y las concentraciones de nitrógeno y sulfatos totales de los ríos, no rebasan los límites máximos permisibles de 0.5 y 400 miligramos por litro, respectivamente, por lo que, para el riego y en el sector público-urbano no tiene restricciones, pero sí para la protección de la vida acuática. La alta concentración de materia orgánica en el agua residual explica los altos valores de demanda bioquímica de oxígeno encontrados e indica que el agua residual sin tratamiento no debe utilizarse para riego, mucho menos para el sector público-urbano. La contaminación por coliformes fecales y parásitos del agua residual es severa, rebasando ampliamente los límites máximos permisibles para aguas destinadas al riego agrícola.

### 5.5 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 Texcoco, clave 1507, es de 145.1 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 139.8 millones de metros cúbicos anuales de recarga natural, conformada a su vez por 38.7 millones de metros cúbicos anuales generados por entradas por flujo subterráneo y 101.1 millones de metros cúbicos anuales a partir de la infiltración de agua de lluvia; así como por 5.3 millones de metros cúbicos anuales de recarga incidental a partir de las fugas de las redes de distribución de agua.

Las salidas del acuífero están conformadas por el bombeo, así como por descarga natural a través de manantiales, que en conjunto superan la recarga que recibe el acuífero, por lo que el cambio de almacenamiento es negativo, lo 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 agua subterránea del acuífero Texcoco, clave 1507, 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 expresión:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Texcoco, clave 1507, se determinó considerando una recarga media anual de 145.1 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 10.4 millones de metros cúbicos anuales; y un volumen concesionado y asignado inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015, de 246.565949 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea nula, con un déficit de 111.865949 millones de metros cúbicos anuales.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
				VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES									
1507	TEXCOCO	145.1	10.4	246.565949	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-111.865949

**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 Texcoco, clave 1507.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 134.7 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 Texcoco, clave 1507, en el Estado de México, se encuentran vigentes los siguientes Decretos de veda de aguas del subsuelo:

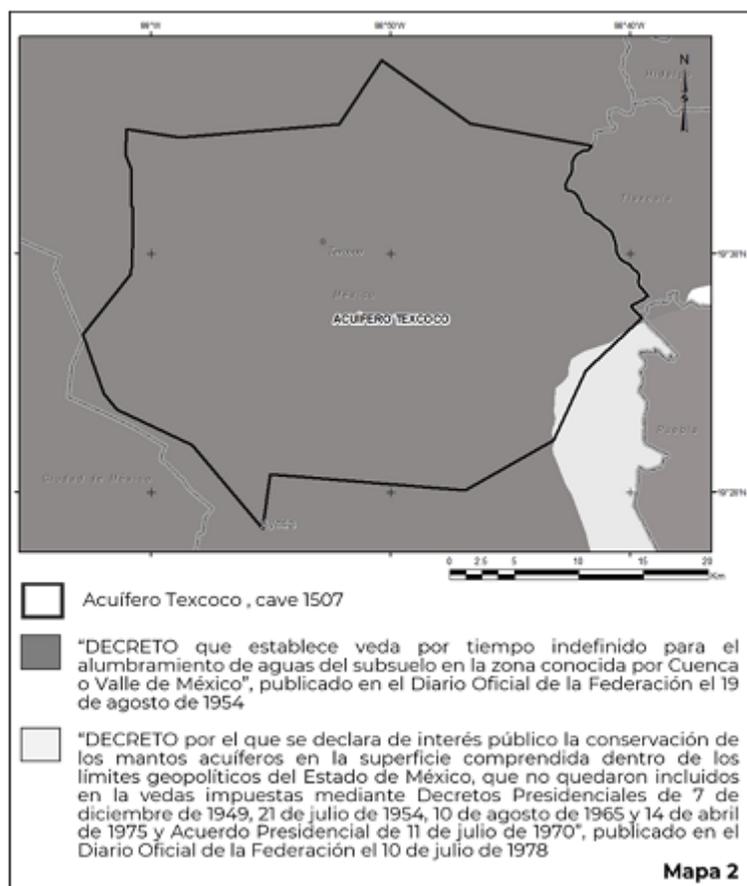
- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, cuyas disposiciones aplican en un área del acuífero Texcoco, clave 1507, y

- 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 Texcoco, clave 1507;

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 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 2 las áreas dentro del acuífero Texcoco, clave 1507, en las que tienen aplicabilidad los instrumentos jurídicos anteriormente referidos:



## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1 Sobreexplotación

El acuífero Texcoco, clave 1507, se encuentra en condición de sobreexplotación desde hace varias décadas, al ser el volumen de extracción 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 y la importación de otras cuencas. El uso del agua subterránea 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 bombeo, 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.

A pesar de que este acuífero actualmente se encuentra completamente vedado por los Decretos señalados en el considerando séptimo del presente, 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, 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 Texcoco, clave 1507, 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 como son las líneas del metro, avenidas y pasos a desnivel, 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**

El agua subterránea en algunas zonas del acuífero Texcoco, clave 1507, presenta muy elevadas salinidades de origen natural, por lo que existe el riesgo de que se incremente la extracción de agua salina, no apta para consumo humano, y que limita en gran parte las actividades humanas. Adicionalmente existe el riesgo de contaminación del agua subterránea por fuentes potenciales de contaminación como retornos de riego con agua contaminada por el uso de agroquímicos, fugas de las redes de alcantarillado, lixiviados provenientes de tiraderos de basura o zonas industriales, entre otras.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Texcoco, clave 1507, recibe una recarga media anual de 145.1 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de aguas subterráneas concesionado para los diversos usos es de 246.565949 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 111.865949 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, aunada 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 Texcoco, clave 1507, 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, constituían 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 y rendimiento de los pozos y el incremento constante en los costos de bombeo, además de los hundimientos diferenciales del terreno.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Texcoco, clave 1507, 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, uso y aprovechamiento, que abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Texcoco, clave 1507, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Suprimir en la extensión del acuífero Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, 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 Texcoco, clave 1507, 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, Alcaldía 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.