

**SEGUNDA SECCION**  
**PODER EJECUTIVO**  
**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.**

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

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

**CONSIDERANDO**

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

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

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado", en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 901, en la Ciudad de México;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", en el que se establecieron los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México y se actualizó su disponibilidad media anual de agua subterránea, obteniéndose un déficit de 713.629181 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008;

Que el 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, obteniéndose un déficit de 590.663415 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013;

Que el 20 de abril de 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se actualizó la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, obteniéndose un déficit de 591.184799 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014;

Que la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad 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; que abarca la mayor parte del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- b) "DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, que abarca una mínima porción en el extremo oeste, del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- c) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, que en el mismo se indica, que corresponde al 5.3 por ciento de la extensión del acuífero, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en el artículo 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, procedió a formular los estudios técnicos del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, con el objetivo de definir si se presentan algunas de las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, para sustentar la emisión del ordenamiento procedente mediante el cual se establezcan los mecanismos para regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que permita llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca del Valle de México, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la quinta sesión ordinaria de su Comisión de Operación y Vigilancia, realizada el 26 de mayo de 2016, en la Ciudad de México, habiendo recibido sus comentarios, observaciones y propuestas; por lo que, he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MÉXICO, CLAVE 0901, EN LA CIUDAD DE MÉXICO, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, ubicado en la Ciudad de México y en parte del Estado de México, en los siguientes términos:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se encuentra ubicado en el centro del país, en la zona suroeste de la Cuenca del Valle de México, abarca totalmente a la Ciudad de México y parte del Estado de México, y comprende una superficie de 2,103 kilómetros cuadrados. El acuífero abarca totalmente a las delegaciones Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco, de la Ciudad de México, y al Municipio de

Tlalnepantla de Baz del Estado de México, así como parcialmente a los municipios de Naucalpan de Juárez, Jilotzingo, Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero, Coacalco de Berriozábal, Tultitlán, Ecatepec de Morelos, Atizapán de Zaragoza, Atenco, Isidro Fabela, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, Xonacatlán, Huixquilucan, Lerma, Ixtapaluca, La Paz, Valle de Chalco Solidaridad, Chalco, Ocoyoacac, Xalatlaxco, Juchitepec, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla de Baz del Estado de México. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.

Los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009:

**Tabla 1. ACUÍFERO 0901 ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MÉXICO**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	99	21	22.1	19	18	22.7	
2	99	24	5.5	19	20	55.5	
3	99	22	14.9	19	26	27.3	
4	99	25	42.6	19	28	51.6	
5	99	16	40.2	19	35	28.2	
6	99	7	23.2	19	35	30.7	DEL 6 AL 7 POR EL LÍMITE ESTATAL
7	99	7	2.9	19	35	17.2	
8	99	1	0.7	19	35	11.6	
9	99	1	4.5	19	34	8.8	
10	99	0	48.6	19	33	27.9	DEL 10 AL 11 POR EL LÍMITE MUNICIPAL
11	99	0	50.2	19	29	9.4	
12	99	2	50.0	19	26	37.3	
13	99	1	59.0	19	24	8.4	
14	99	1	25.4	19	23	28.2	
15	98	58	17.4	19	21	59.0	
16	98	55	21.5	19	18	29.8	
17	98	58	9.3	19	17	24.0	DEL 17 AL 18 POR EL LÍMITE ESTATAL
18	98	58	19.5	19	4	47.8	DEL 18 AL 19 POR EL LÍMITE ESTATAL
19	99	5	0.1	19	3	37.7	DEL 19 AL 20 POR EL LÍMITE ESTATAL
20	99	16	44.9	19	7	50.0	DEL 20 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL
1	99	21	22.1	19	18	22.7	

## 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México era de 12.7 millones de habitantes, siendo las delegaciones más pobladas, las de Iztapalapa y Gustavo A. Madero en la Ciudad de México, así como los municipios de Nezahualcóyotl, Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz, pertenecientes al Estado de México.

En la tabla siguiente se muestra la población que habitaba dentro de la zona de estudio, por entidad federativa, en donde se anotan los resultados de los censos de 1990, 2000 y 2010, así como el conteo realizado en el año 2005.

**Tabla 2. Población dentro de los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México**

		Censo 1990	Censo 2000	Conteo 2005	Censo 2010
<b>Ciudad de México</b>					
9002	Azcapotzalco	473,998	441,008	425,298	414,711
9003	Coyoacán	637,426	640,423	628,063	620,416
9004	Cuajimalpa de Morelos	119,648	151,222	173,625	186,391
9005	Gustavo A. Madero	1,267,726	1,235,542	1,193,161	1,185,772
9006	Iztacalco	448,322	411,321	395,025	384,326
9007	Iztapalapa	1,488,636	1,773,343	1,820,888	1,815,786
9008	Magdalena Contreras, La	194,981	222,050	228,927	239,086
9009	Milpa Alta	63,465	96,773	115,895	130,582
9010	Álvaro Obregón	641,301	687,020	706,567	727,034
9011	Tláhuac	206,589	302,790	344,106	360,265
9012	Tlalpan	482,973	581,781	607,545	650,567
9013	Xochimilco	271,052	369,787	404,458	415,007
9014	Benito Juárez	403,926	360,478	355,017	385,439
9015	Cuauhtémoc	590,383	516,255	521,348	531,831
9016	Miguel Hidalgo	403,145	352,640	353,534	372,889
9017	Venustiano Carranza	519,610	462,806	447,459	430,978
<b>Ciudad de México</b>		<b>8,213,181</b>	<b>8,605,239</b>	<b>8,720,916</b>	<b>8,851,080</b>
<b>Estado de México</b>					
15013	Atizapán de Zaragoza	313,938	467,886	472,526	489,937
15037	Huixquilucan	131,689	193,468	224,042	242,167
15046	Jilotzingo	9,011	15,086	13,825	17,970
15057	Naucalpan de Juárez	785,372	858,711	821,442	833,779
15058	Nezahualcóyotl	1,252,611	1,225,972	1,140,528	1,110,565
15104	Tlalnepantla de Baz	702,174	721,415	683,808	664,225
15033	Ecatepec de Morelos (30%)	365,389	486,809	506,477	496,832
<b>Estado de México</b>		<b>3,560,184</b>	<b>3,969,347</b>	<b>3,862,648</b>	<b>3,855,475</b>
<b>Acuífero ZMCM</b>		<b>11,773,365</b>	<b>12,574,586</b>	<b>12,583,564</b>	<b>12,706,555</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 del Valle de México, lo que ha ocasionado, de forma continua y esencialmente en las últimas tres décadas, un incremento del número de captaciones de agua subterránea, con el consecuente aumento en los volúmenes de extracción del agua subterránea y el desequilibrio del sistema hidrológico natural.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2010, el 95 por ciento de la población cuenta con agua en su domicilio en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En lo que respecta al drenaje, la cobertura es del 96 por ciento, ya que de las 3'456,342 viviendas censadas en el año de 2010, 3'267,240 contaban con el servicio de suministro de agua y 3'332,701 con drenaje, como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3. Número total de viviendas con servicio de agua y de drenaje en 2010**

Ciudad de México		Viviendas	Cuentan con servicio de agua	Drenaje	Habitantes por Vivienda
9002	Azcapotzalco	117,237	112,763	113,130	3.6
9003	Coyoacán	180,862	171,976	172,132	3.4
9004	Cuajimalpa de Morelos	47,890	44,708	45,819	3.9
9005	Gustavo A. Madero	320,663	312,305	313,379	3.7
9006	Iztacalco	104,392	100,831	100,861	3.7
9007	Iztapalapa	460,691	445,620	450,838	3.9
9008	Magdalena Contreras, La	63,255	59,527	62,102	3.8
9009	Milpa Alta	31,820	26,291	30,636	4.1
9010	Álvaro Obregón	197,873	190,410	192,384	3.7
9011	Tláhuac	91,242	86,979	89,004	4.0
9012	Tlalpan	175,983	147,575	167,843	3.7
9013	Xochimilco	102,750	89,446	98,784	4.0
9014	Benito Juárez	141,117	130,685	130,677	2.7
9015	Cuauhtémoc	173,804	165,178	165,181	3.0
9016	Miguel Hidalgo	120,135	110,714	111,458	3.1
9017	Venustiano Carranza	123,317	117,831	117,789	3.5
<b>Ciudad de México</b>		<b>2,453,031</b>	<b>2,312,839</b>	<b>2,362,017</b>	<b>3.6</b>
<b>Cobertura</b>			<b>94 por ciento</b>	<b>96 por ciento</b>	
<b>Estado de México</b>					
15013	Atizapán de Zaragoza	129,300	125,805	126,931	3.8
15037	Huixquilucan	62,402	56,002	58,318	3.9
15046	Jilotzingo	4,272	4,133	3,983	4.2
15057	Naucalpan de Juárez	219,286	206,735	210,248	3.8
15058	Nezahualcóyotl	285,027	276,877	278,378	3.9
15104	Tlalnepantla de Baz	177,298	166,572	170,214	3.8
15033	30% Ecatepec	125,726	118,577	122,612	4.0
<b>Estado de México</b>		<b>1,003,311</b>	<b>954,701</b>	<b>970,684</b>	
<b>Cobertura</b>			<b>95%</b>	<b>97%</b>	
<b>Acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de</b>		<b>3,456,342</b>	<b>3,267,540</b>	<b>3,332,701</b>	

México			
	<b>Cobertura</b>	<b>95%</b>	<b>96%</b>

De acuerdo con la información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en la superficie del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el año 2010, se sembraron 3,154 hectáreas, con un valor de producción superior a los 335 millones de pesos. Los principales cultivos en la Ciudad de México son plantas de ornato y legumbres, y se localizan en la Delegación de Xochimilco, en donde se reportan 68 hectáreas de invernadero, área que representa el 2.5 por ciento del total y produce el 40 por ciento del valor total de la producción. Gran parte de esta área es irrigada con aguas residuales tratadas, provenientes de la planta de tratamiento ubicada al pie del Cerro de la Estrella.

Por lo que respecta a la producción ganadera, en la tabla 4 se muestra el desglose por especie, lo que arroja un valor de la producción total de 1,067 millones de pesos en el año 2010, correspondiendo el 75 por ciento a la Ciudad de México y el restante 25 por ciento, al Estado de México.

**Tabla 4. Valor de la producción ganadera**

	Ganado en pie	Carne en canal	
	valor de la	valor de la	valor de la
	Producción	producción	producción
	(miles de pesos)	(miles de pesos)	(miles de pesos)
<b>Bovino</b>			
Ciudad de México	70,284	53,442	
Estado de México	10,854	11,387	
<b>Porcino</b>			
Ciudad de México	113,505	126,915	
Estado de México	20,412	23,624	
<b>Ovino</b>			
Ciudad de México	29,517	22,308	
Estado de México	6,602	6,737	
<b>Caprino</b>			
Ciudad de México			
Estado de México	197	209	
<b>Ave 1/</b>			
Ciudad de México	4,851	4,689	
Estado de México	49,197	60,159	
<b>Guajolote</b>			
Ciudad de México			
Estado de México	1,934	2,077	
<b>Leche bovino, leche de caprino y huevo</b>			
	Leche de bovino	Leche de caprino	Huevo para plato
Ciudad de México	360,799	0	6,651
Estado de México	69,384	0	1,320
<b>Miel, cera en greña y lana sucia</b>			
	Miel	Cera en greña	Lana sucia

Ciudad de México	9,319	0	0
Estado de México	498	14	27
<b>Total ganadero</b>	<b>747,353</b>	<b>311,560</b>	<b>7,998</b>
<b>Ciudad de México</b>	<b>588,273</b>	<b>207,353</b>	<b>6,651</b>
<b>Estado de México</b>	<b>159,077</b>	<b>104,207</b>	<b>1,347</b>
<b>Total general</b>			<b>1,066,908</b>

Por lo tanto y según las cifras anteriores, el valor de la producción agrícola y ganadera alcanza la cifra de los 1,400 millones de pesos.

Adicionalmente, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía el Producto Interno Bruto para la Ciudad de México, para el año 2010, era de 1,400 millones de pesos, desglosado por sectores y cuyos valores se muestran en la tabla 5. Solamente la Ciudad de México genera el 18 por ciento del Producto Interno Bruto total nacional, por lo tanto, la zona geográfica que cubre los límites de este acuífero es superior a ese valor.

**Tabla 5. Producto Interno Bruto en la Ciudad de México**

	Ciudad de México	Total nacional	
Producto Interno Bruto (Miles de pesos), 2009	1,444,162,779	7,977,299,703	18.10%
Producto Interno Bruto del Sector Primario (Miles de pesos), 2009	1,162,560	324,551,124	0.36%
Producto Interno Bruto del Sector Secundario (Miles de pesos), 2009	215,463,338	2,506,895,530	8.59%
Producto Interno Bruto del Sector Terciario (Miles de pesos), 2009	1,373,931,233	5,418,368,093	25.36%
Producto Interno Bruto. Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (Miles de pesos), 2009	-146,394,351	-272,515,044	

### 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, el clima que predomina es el de tipo templado por su temperatura, subhúmedo por su contenido de humedad, con abundantes lluvias en verano; otros tipos de climas que se presentan, particularmente, hacia el poniente y en la parte sur del área de estudio, son el clima semifrío y subhúmedo con lluvias en verano. Asimismo, aunque en forma más reducida, hacia el noreste, en las cercanías del ex Lago de Texcoco, se presenta el clima templado, semiseco.

De acuerdo con el análisis de la información de 22 estaciones meteorológicas en el Valle de México, la temperatura media anual resulta de 16.5 grados centígrados. En la mayoría de las estaciones que se encuentran en las partes bajas, se observan temperaturas medias anuales superiores a 17 grados centígrados e incluso, en las estaciones San Juan de Aragón y Playa Caleta 454, los registros arrojan temperaturas anuales promedio de 18 y 18.6 grados centígrados, respectivamente.

La precipitación media anual varía en las partes altas, incluyendo las áreas de pie de monte, entre 1,500 a 800 milímetros por año, mientras que hacia las partes más bajas oscila entre 800 y 600 milímetros anuales. La precipitación media anual es de 924 milímetros. Las precipitaciones se concentran en los meses de junio a septiembre, en tanto que la temporada de secas sería de octubre a mayo. La evaporación potencial en el área del acuífero es de 1,628 milímetros anuales.

#### 3.2 Fisiografía y Geomorfología

El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se localiza dentro de la Cuenca del Valle de México, formando parte de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, la cual atraviesa la República Mexicana en dirección este-oeste. Asimismo, pertenece a la Subprovincia Fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac. En esta provincia predominan derrames basálticos, numerosos volcanes y lagos, cuya morfología, orientación y distribución, sugieren estar situados en fosas tectónicas.

El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se encuentra en la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, limitado por elevaciones topográficas de origen volcánico como son la Sierra de Guadalupe, al norte, cuya expresión morfológica está fuertemente afectada por la erosión a un grado que apenas se pueden reconocer las formas volcánicas originales; la Sierra de Las Cruces, al poniente; la Sierra Chichinautzin, al sur; el Volcán del Ajusco, al suroeste y en forma más alejada la Sierra Nevada, al oriente, que es parte de otra unidad hidrogeológica, donde se aprecian los majestuosos volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, el primero, estratovolcán en actividad y cambiando sus formas de acuerdo con sus erupciones, y el segundo, afectado por la erosión muestra una morfología más compleja. Dentro de la cuenca se localizan algunos aparatos volcánicos aislados como la Sierra de Santa Catarina, Peñón del Marqués, Peñón de los Baños y el Cerro de La Estrella.

Lo que ahora constituye la Cuenca del Valle de México, antiguamente su aspecto era de un valle que drenaba hacia el sur. Las corrientes superficiales que circulaban en dicha dirección fueron interrumpidas por las emisiones de productos volcánicos que dieron origen a la Sierra Chichinautzin, dejando al Valle de México sin drenaje al exterior, razón por lo que se acumuló agua en las partes más bajas del valle, dando origen a la cuenca con los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Tláhuac, mencionados de norte a sur, actualmente desecados o en proceso de desecación.

La planicie lacustre, representa las partes topográficamente más bajas, ocupa un 20 por ciento del área total, con altitudes variables entre 2,230 y 2,240 metros sobre el nivel del mar, la cual se drena artificialmente a través de diversas obras hidráulicas, entre ellas el Gran Canal del Desagüe y el Sistema de Drenaje Profundo.

### 3.3 Geología

La geología del subsuelo de la Cuenca del Valle de México, presenta formaciones sedimentarias marinas de rocas calizas, correspondientes al Mesozoico, particularmente del Cretácico; sin embargo, las rocas aflorantes son predominantemente de origen continental, asociado con numerosos eventos volcánicos 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 y con espesores variables, se encuentran arcillas y arenas finas, que son el producto de los más recientes procesos sedimentarios de los antiguos lagos.

#### Mesozoico

Rocas sedimentarias del Cretácico. Las formaciones geológicas más antiguas en el subsuelo del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, corresponden al Cretácico, que mencionadas a partir de la más antigua, son las formaciones Xochicalco, Morelos, El Doctor y Mexcala, debido a su baja permeabilidad y posición estratigráfica funcionan como basamento geohidrológico. Estas formaciones no afloran dentro de la Cuenca del Valle de México; sin embargo, importantes afloramientos se localizan al sur de la Sierra de Tepoztlán, a una altitud de 1,500 metros sobre el nivel del mar, en el Estado de Morelos, sin embargo por la exploración geofísica y la perforación de pozos exploratorios profundos se sabe que estas formaciones existen en el subsuelo del Valle de México.

#### Terciario

Rocas volcánicas del Oligoceno. Estas rocas básicamente se encuentran sobreyaciendo a las formaciones cretácicas y de la base del Cenozoico. Presentan espesores de 1,000 a 1,500 metros. Se trata de una secuencia de rocas ígneas volcánicas riolíticas a andesíticas con abundantes capas de tobas líticas y brechas, producto efusivo ocasionado por la subducción de la Placa Oceánica de Cocos, por debajo de la Placa Continental de Norteamérica, en el Pacífico Oriental, la cual creó en el continente destacados arcos volcánicos. En el área estudiada se caracterizan por tener lineamientos dirigidos generalmente de sur a norte.

Durante la emisión de las rocas volcánicas, los esfuerzos resultantes fueron formando pilares y fosas; estas últimas se llenaron con sus propios productos de erosión y actividad volcánica asociada. La Fosa de Mixhuca constituye un ejemplo de estas estructuras geológicas, muy importante para el subsuelo de la Cuenca del Valle de México. Su período de emisión se prolonga hasta el Mioceno inferior. Hay que señalar que de su importante espesor solamente afloran los elementos más elevados, ya que la mayoría quedan sepultados bajo las rocas volcánicas más recientes.

Rocas volcánicas del Mioceno. Afloran con mayor frecuencia que las anteriores, son ácidas e intermedias en su gran mayoría. Por su relativa juventud, en comparación con las rocas volcánicas oligocénicas, sus formas están menos erosionadas y menos afectadas por tectonismo y sus cuerpos originales están mejor preservados como son domos, conos o calderas. A diferencia del fracturamiento típico del Oligoceno dirigido

generalmente en dirección norte-sur, los elementos de las rocas volcánicas del Mioceno revelan un fracturamiento orientados oeste-este. Las rocas volcánicas del Mioceno presentan espesores máximos de 1,000 metros en la Cuenca del Valle de México.

Depósitos lacustres y rocas volcánicas del Plioceno. En la zona de estudio, bajo la Ciudad de México se encuentran potentes depósitos lacustres del Plioceno Medio, con espesores máximos de 300 metros, conteniendo lavas de composición basáltica intercaladas. Sobrepuestos a los depósitos lacustres interdigitadas con emisiones volcánicas, se desarrollaron numerosos estrato-volcanes, pequeños y medianos, andesíticos y dacíticos, que forman generalmente domos ácidos; constituyen lo que se nombra como subprovincia geológica de Sierras Menores, entre las que destacan las sierras de Tepoztlán, Guadalupe, Patlachique, Pitayas y Xochitepec, y los elementos dómicos de los cerros Mirador, Xicalco y Tlalpuente. Los elementos dómicos están en gran parte sepultados por las lavas cuaternarias del Grupo Chichinautzin. Las unidades volcánicas del Plioceno terminan con la emisión de poderosas secuencias de flujos piroclásticos del Tepozteco, que afloran formando promontorios imponentes como los observados en los alrededores del poblado de Tepoztlán, en el Estado de Morelos, varias decenas de kilómetros al sur del área de estudio. Líneas sísmicas de geofísica de reflexión muestran claramente reconocibles secuencias estratificadas de la Formación Tepozteco, con espesores de 600 metros en el sur de la Ciudad de México, debajo de la zona de Xochimilco.

#### Cuaternario

Rocas volcánicas del Cuaternario. Fue en el Pleistoceno que las Sierras Mayores del Eje Neovolcánico, esas cadenas de grandes volcanes, que separan las cuencas de Toluca, Puebla y México, la Sierra de las Cruces y la Sierra Nevada al oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, alcanzaron su máximo desarrollo. Sus principios arrancan probablemente del Plioceno Superior. El mapeo ha demostrado que los elementos más antiguos de las Sierras Mayores descansan primero sobre la Formación Tepozteco y enseguida sobre los depósitos lacustres pliocénicos. Asimismo, importantes elementos de las Sierras Mayores descansan sobre conos de las Sierras Menores. Así, las primeras erupciones volcánicas, explosivas, plinianas, de la Sierra de las Cruces, cubren los flancos bajos de la Sierra de Guadalupe; también las erupciones más antiguas de flujos piroclásticos, que descendieron de la Sierra de las Cruces a Ciudad Satélite, chocan contra la porción suroeste de la Sierra de Guadalupe.

Una característica de las Sierras Mayores, es la formación de extensos abanicos volcánicos a sus pies. Estos están compuestos por flujos piroclásticos de composición intermedia a ácida, capas de pómez, depósitos fluviales y paleosuelos. Se define como Formación Tarango. La abundancia de agua en las erupciones que formaron la Tarango, es un indicio de la posición relativamente somera de las cámaras magmáticas que dieron origen a las Sierras Mayores.

A la unidad volcánica del Cuaternario inferior, se asignan aquellos aparatos volcánicos que presentan rasgos morfológicos relativamente jóvenes y que se diferencian por los aparatos con morfología francamente juvenil. El Cerro de La Estrella, así como el Peñón de los Baños, por ejemplo, se incluyen en el Cuaternario Inferior, aunque bien podrían pertenecer al extremo Plioceno Superior. Ambas unidades descansan sobre la Formación Tepozteco.

Las rocas volcánicas que por su morfología se asignan al Cuaternario Superior, y que no pertenecen al grupo de las Sierras Mayores, en su mayoría se componen de rocas fenobasálticas o andesíticas y ocasionalmente más ácidas. Como ejemplo, se exponen los domos dacíticos y riolíticos del Cerro de Chapultepec, del Cerro de Zacaltépetl, cerca de Ciudad Universitaria, y los domos de la Noria, entre Tlalpan y Xochimilco. También las rocas volcánicas del importante Grupo Chichinautzin, con sus conos y domos de roca volcánica basáltica, tiene extensiones al este, en el valle de Puebla, y al oeste, en el de Toluca; se incluyen en este grupo las sierritas laterales, como la Sierra de Santa Catarina, al sur de la Ciudad de México, las lavas de estas unidades son muy extensas, vesiculares, masivas o lajeadas y son los productos volcánicos más abundantes. Esta unidad es una importante receptora de recarga por lluvia y se ha encontrado en el subsuelo, en numerosos pozos, principalmente en la parte meridional de la Cuenca del Valle de México.

Los eventos volcánicos basáltico-andesítico que dieron origen a la Sierra Chichinautzin en el Cuaternario Superior construyeron el obstáculo natural que impidió el paso de las corrientes superficiales que drenaban el Valle de México hacia el sur, dándole el carácter de cuenca endorreica o cerrada.

Depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario. Dentro del área de estudio existen depósitos aluviales que, dependiendo de su situación geográfica alternaron con sedimentación lacustre formada por gruesas capas de arcilla en el centro de la cuenca, con capas intercaladas de material piroclástico, y con abanicos volcánicos lahares e ignimbritas, asociados a la Formación Tarango. Existen también pequeños depósitos de

travertino de origen lacustre, alternados con tobas, formadas principalmente por la caída de cenizas durante la intensa actividad volcánica del Cuaternario.

Depósitos lacustres del Cuaternario-Reciente. Sedimentos arcillosos de origen lacustre, son los más ampliamente desarrollados en el centro de la cuenca, en este tiempo, al igual que depósitos sedimentarios de pie de monte en la base de las montañas y de espesores muy variados, que alcanzan varias decenas de metros.

Geología estructural. Las estructuras geológicas observables, están íntimamente relacionadas con la intensa actividad volcánica que desde principios del Terciario y desarrollada durante el Pleistoceno Inferior, dieron forma al relieve del terreno que se caracteriza por abundantes volcanes aislados y cadenas volcánicas montañosas de muy variados tamaños. El conjunto de estas estructuras evolucionaron discordantemente sobre una paleogeografía constituida por sedimentos marinos 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 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. En algunas áreas, como en las sierras Chichinautzin, Nevada y de Pachuca, se ha calculado que la suma de espesores de las formaciones volcánicas depositadas, rebasan los 4,000 metros. En esta zona se aprecia un conjunto de aparatos volcánicos complejos, algunos de los cuales se encuentran entre los más notables del país, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Ajusco, y el Xitle, entre otros. Además existen varios sistemas de fracturas y fallas de gravedad, regionales en la Cuenca del Valle de México, como la Falla Clarión que cruza el acuífero con dirección oeste-este.

Geología del subsuelo. Los materiales predominantes en los pozos del Sistema Sur están constituidos por arenas finas, medianas y gruesas, en los primeros 50 metros; en algunos pozos se presentan limos hasta la profundidad de 70 metros aproximadamente, para luego mostrar intercalaciones de arenas y gravas hasta la profundidad de perforación de los pozos, que es aproximadamente de 300 metros. Los pozos del Ramal Tláhuac están perforados principalmente en tobas cristalinas alteradas con intercalaciones de arenas finas.

Por sus características permeables, las rocas y depósitos estratigráficos pueden agruparse en unidades que facilitan la comprensión de su funcionamiento geohidrológico, para el caso del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, las formaciones geológicas se agruparon en 4 unidades hidrogeológicas, como se puede apreciar en la tabla 6.

**Tabla 6. Unidades hidrogeológicas**

Unidad hidrogeológica	Estratigrafía y características de permeabilidad	
U <sub>1</sub>	Cuaternario lacustre	Depósitos lacustres con predominancia de arcillas impermeables.
U <sub>2</sub>	Cuaternario Aluvial y Formación Tarango	Depósitos aluviales con permeabilidad media. Buenos acuíferos incluso abajo del Cuaternario lacustre. Formación Tarango, abanicos volcánicos, lahares, ignimbritas, piroclásticos, de permeabilidad media. Buenos acuíferos en general.
U <sub>3</sub>	Rocas volcánicas del Cuaternario	Rocas volcánicas del Cuaternario de la Sierra de Chichinautzin, Cerro de la Estrella, Peñón de los Baños, Sierra de Las Cruces, Derrames basálticos y andesítico-basálticos fracturados. Permeabilidad alta, zonas de recarga a los acuíferos de la planicie.
U <sub>4</sub>	Rocas volcánicas del Terciario	Rocas volcánicas del Terciario Rocas volcánicas del Plioceno Depósitos lacustres del Plioceno Rocas volcánicas del Mioceno

#### 4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La denominada Cuenca del Valle 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 el Túnel Emisor Oriente (en construcción).

El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, 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. Esta cuenca está dividida en siete acuíferos, el que nos ocupa, se ubica en la porción sur de la cuenca; colinda al este con el acuífero Texcoco; al sureste con el acuífero Chalco-Amecameca y por el norte con el acuífero Cuautitlán-Pachuca.

En la superficie del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se reconocen las zonas hidrológicas I Xochimilco, II Churubusco y III Ciudad de México, y parcialmente, a las zonas hidrológicas VII Texcoco y VIII Chalco.

En la zona I Xochimilco destacan los ríos que descienden de la Sierra Chichinautzin, como San Gregorio, Santiago, San Lucas y San Buenaventura. También son de citar los remanentes de las lagunas Xochimilco y Tláhuac, así como los canales de Cuemanco, Nacional, Bordo, Apatlaco, Chalco y De Garay.

En la zona II Churubusco son de citar los ríos Eslava, Magdalena, Barrancas, San Jerónimo, Anzaldo, Barrancas Coyotes, Guadalupe, Del Muerto, Texcalatlaco, Tarango y Mixcoac. En estas tres últimas, se cuenta con presas de almacenamiento para control de avenidas.

La zona III Ciudad de México, comprende varios ríos, entre ellos se encuentran los denominados Becerra, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín, Tornillo, Hondo, Totolica, Chico de los Remedios, San Mateo Nopala, Remedios, Tlalnepantla y San Javier. Los únicos escurrimientos perennes son Tacubaya, San Joaquín, Hondo y Tlalnepantla. Entre las presas importantes que se encuentran dentro de esta zona están Madín, Los Cuartos, El Sordo, San Joaquín, Tecamachalco, Tacubaya y Becerra.

En la zona VIII Chalco el dren general es el Río de La Compañía, que recibe los escurrimientos provenientes de la Sierra Nevada, al igual que la Zona VII Texcoco.

La infraestructura hidráulica de la zona de estudio es muy amplia, cuenta con una gran cantidad de obras hidráulicas, desde pequeños bordos hasta presas de mediana magnitud, algunas de las cuales están en servicio y otras azolvadas; entre las obras de servicio para agua potable se encuentran algunos manantiales del Río Magdalena y la Presa Madín, esta última localizada en Naucalpan de Juárez, Estado de México; además se tienen varias presas para control de avenidas (Tacubaya, Becerra, Tarango, Anzaldo, Tecamachalco, San Joaquín, El Sordo, entre otras). Existen una serie de canales y ríos entubados que se localizan en la porción central de la Ciudad de México.

Asimismo, cuenta con una gran cantidad de pozos, agrupados en varios sistemas que son controlados por los organismos operadores para el abasto a la población, pozos que extraen agua para uso público urbano, además de los pozos denominados particulares, los que explotan el acuífero para usos industriales, servicios y en menor proporción algunos para uso agrícola localizados estos últimos principalmente en zonas como Xochimilco.

Entre los sistemas de abastecimiento de agua potable (Sistema Sur, Pozos Aislados del Sur, Xotepingo, Santa Catarina, Santa Catarina-Mixquic, Sistemas Oriente, Centro, Norte, entre otras, integrado por varios pozos cada uno), que suministran agua a la mayoría de la población que se asienta en esta ciudad, así como a distintas industrias, empresas e instituciones incluyendo las de educación. Por estos sistemas de abastecimiento se conduce agua que se extrae tanto del acuífero en estudio como de acuíferos adyacentes y de fuentes lejanas, es decir, de cuencas externas como son los Sistema Lerma y Cutzamala; entre los acuíferos adyacentes se puede mencionar el de Cuautitlán-Pachuca localizado al norte del acuífero en estudio.

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 del Valle 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**

El acuífero está conformado por los depósitos aluviales del Terciario y Cuaternario, así como por la Formación Tarango, que presentan una permeabilidad media, agrupados en una unidad hidrogeológica denominada U2. Las rocas del Cretácico constituyen el basamento del acuífero.

El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, recibe su recarga proveniente de la lluvia, que ocurre en las zonas altas, principalmente en la zona sur, donde prevalecen las rocas ígneas del Cuaternario en la Formación Chichinautzin, constituida por basaltos fracturados y en la zona poniente, en la Sierra de las Cruces. Los flujos que provienen de estas zonas altas tienden a seguir un curso hacia la planicie, para juntarse con las aguas subterráneas, provenientes de la zona oriente y en menor proporción, de la parte norte y convergen en un gran cono piezométrico. Adicionalmente, existe otra fuente de recarga que alimenta al acuífero, la recarga inducida provocada por las fugas de los sistemas de abastecimiento, la cual es de gran importancia.

A su vez, la descarga principal del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se realiza principalmente por medio de pozos profundos, prácticamente no tiene salidas naturales de flujo subterráneo hacia otros acuíferos contiguos. 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, para el año de 2010, variaba desde valores de más de 100 metros en las partes altas hasta de 30 metros de profundidad en el centro de la Ciudad de México. Asimismo, hacia el sur de la Ciudad de México, en las inmediaciones del periférico, así como en las zonas adyacentes al Canal Nacional y al Canal de Chalco, se encuentran baterías de pozos para abastecimiento de agua potable, independientemente de los pozos distribuidos en toda la ciudad para este fin, lo que ha provocado que la profundidad del nivel estático se incremente en comparación con las áreas adyacentes. Los valores de profundidad de 30 a 50 metros, se encuentran en la parte central de la Ciudad de México, en su parte oriente, hasta los límites del antiguo Lago de Texcoco, donde en las cercanías del Aeropuerto Internacional se detectan valores de las profundidades de los niveles estáticos cercanos a 30 metros. También se aprecian valores de 40 a 50 metros en las inmediaciones del área de Xochimilco. En forma puntual se observan profundidades de 50 metros en el Municipio de Atizapán de Zaragoza en el Estado de México.

Elevación del nivel estático.

La configuración de curvas de igual elevación del nivel estático en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, del año 2010, muestra que los flujos de agua subterránea que alimentan al acuífero provienen principalmente de las partes altas, como es el caso de la Sierra de las Cruces, por el poniente; de la Sierra Chichinautzin, por el sur y por el norte, la Sierra de Guadalupe, estos flujos son producto de los volúmenes de agua infiltrados durante las temporadas de lluvias.

En las zonas altas, como son las inmediaciones de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Tlalneptlan y Naucalpan, se tienen equipotenciales que varían en términos generales de 2,350 a 2,250 metros sobre el nivel del mar, con dirección preferencial de oeste a este, para dirigirse a un cono de abatimiento que se presenta en la zona de Azcapotzalco, cerca del conjunto denominado El Rosario, que se extiende hacia el lugar donde se localizaba la Refinería de Azcapotzalco, cerca de Tacuba; las elevaciones del nivel estático en esos sitios se encuentran entre 2,170 y 2,180 metros sobre el nivel del mar, hacia este cono también concurren flujos subterráneos de la zona sur de la Sierra de Guadalupe; y en las cercanías del límite de la zona urbana con el antiguo Lago de Texcoco, donde al parecer puede existir cerca del bosque de San Juan de Aragón, así como en las cercanías del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, una entrada de agua subterránea del antiguo Lago de Texcoco.

De igual forma, se presentan flujos subterráneos del oeste, desde una franja que se presenta desde Naucalpan, Estado de México, hasta la Delegación La Magdalena Contreras, en la Ciudad de México, desde elevaciones del nivel estático de 2,350 metros sobre el nivel del mar, que descienden hasta elevaciones de 2,190 metros sobre el nivel del mar, pasando los pies de monte de la Sierra de Las Cruces, hacia la planicie, donde los flujos subterráneos convergen en un gran cono de abatimiento que presenta elevaciones piezométricas entre 2,170 y 2,180 metros sobre el nivel del mar. A este cono piezométrico también convergen flujos de agua subterránea provenientes de la Sierra de Chichinautzin, que pasan por el Bosque de Tlalpan, así como por algunos poblados de la Delegación de Xochimilco. De igual forma, este cono piezométrico, que se localiza desde la parte central de la Ciudad de México hasta el sur de la misma, contiene a muchos de los pozos que se localizan sobre el periférico sur, así como a los del ramal Tláhuac-Xochimilco, y recibe agua proveniente de la Sierra Santa Catarina.

Por lo antes expuesto, se deduce que como resultado de la sobreexplotación en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se ha formado un gran cono de abatimiento de los niveles del agua subterránea, que se puede delimitar por la equipotencial de 2,190 metros sobre el nivel del mar, con valores en su fondo del orden de 2,170 metros sobre el nivel del mar, principalmente hacia la zona centro-sur.

#### Evolución del nivel estático.

En una configuración que se elaboró con curvas de igual evolución del nivel estático para un período de 5 años, del año 2005 al año 2010, se observa un abatimiento puntual en la Colonia Portales, de 10 metros. A excepción de este abatimiento, en la zona centro-sur los abatimientos son cercanos a 5 metros, es decir, se tiene una velocidad de abatimiento de un metro anual. En las cercanías de Acoxta, en el periférico sur, los abatimientos en el periodo señalado varían entre 3 y 5 metros; de manera semejante en los alrededores del Canal de Chalco, donde se encuentra ubicada la batería de pozos Tláhuac-Nezahualcóyotl, los valores de abatimiento de los niveles estáticos varían de 3 a 4 metros en este periodo. En la zona noreste, ubicada en el Municipio de Ecatepec, los abatimientos del nivel estático para este periodo fueron de 5 metros. En una franja localizada entre la zona de Azcapotzalco hasta Ciudad Satélite, se observan valores de abatimiento comprendidos entre 3 y 6 metros, y, también se aprecian abatimientos de 3 a 5 metros, en la zona de Nicolás Romero.

En la porción noroeste del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se observa una superficie sin abatimientos, llegando a presentarse recuperaciones del nivel estático, en las inmediaciones de la Colonia Pedregal del Rey y el Club de Golf Hacienda, en Atizapán de Zaragoza. Desde Tacuba hasta la zona industrial de Naucalpan, llegando hasta el fraccionamiento La Herradura, se presentan recuperaciones del nivel estático; de igual forma, en las zonas altas de la Delegación Álvaro Obregón, en las cercanías de la Colonia Ampliación La Herradura, asimismo, cerca de la Avenida Revolución, en la Colonia Los Alpes.

En el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, desde hace décadas, los niveles del agua subterránea han descendido en forma continua en la zona de explotación del acuífero, lo que ha provocado una sobreexplotación, con sus consecuentes efectos, sobre todo en los hundimientos diferenciales del terreno, causando costos muy altos en la operación de los drenajes principalmente, así como daño a la infraestructura urbana, además de un agotamiento continuo del almacenamiento subterráneo dentro de los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901.

#### **5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos**

De acuerdo con el censo de captaciones de agua subterránea de la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, existen 1,118 captaciones de agua subterránea. Del total de aprovechamientos censados, se encontraron 765 activos, de los cuales, el 74 por ciento, se destinan al uso público urbano, le sigue un 25 por ciento, al uso industrial y el restante, 1 por ciento, se distribuye entre los usos agrícola, pecuario y otros.

El volumen de extracción total se estima en 623.8 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales, el 90 por ciento, se destina al uso público urbano y el 10 por ciento al uso industrial, quedando una pequeña fracción que se integra con los usos agrícola, pecuario y otros. Del volumen de extracción total, en los municipios del Estado de México, se extrae el 22 por ciento y en la Ciudad de México, el 78 por ciento.

#### Manantiales.

Adicionalmente a los pozos, existen manantiales en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, que se localizan al sur y al suroeste de la Ciudad de México, en las subregiones hidrológicas I Xochimilco y II Churubusco. En la zona hidrológica de Churubusco existen algunos manantiales que en su mayor parte alimentan al Río Magdalena, cuyo cauce sigue una dirección noreste, recibiendo algunos afluentes importantes, como son el Río Eslava por su margen derecha y la Barranca de la Providencia, el Río San Ángel y la Barranca de Guadalupe o Tequilasco, por la margen izquierda. Este río se une al Mixcoac a la

altura de Xoco, en Coyoacán, para formar el Río Churubusco, el cual va a descargar a los lagos de Texcoco. Entre las aguas utilizadas para agua potable son las correspondientes al Río Magdalena, en su planta potabilizadora, de la cual se utilizan 200 litros por segundo.

Es importante recordar que en el año de 1960, en la zona de Xochimilco, se estimó una descarga de todos los manantiales de 2.3 metros cúbicos por segundo, volumen que prácticamente desapareció, debido a la explotación de aguas subterráneas a través de pozos. Estos manantiales de Xochimilco, dejaron de aflorar desde hace tiempo, por haberse agotado la mayoría de ellos. Actualmente, los que aportan un mayor caudal son los manantiales localizados en Tlalpan, que son Fuentes Brotantes y Peña Pobre, que aportan caudales del orden de los 100 litros por segundo. El manantial de Huayamilpa, puede aportar unos 5 litros por segundo, en tanto que del Manantial Tetlameya, se obtiene únicamente un litro por segundo como máximo. Estos dos manantiales se encuentran ubicados en la Delegación Coyoacán.

En la zona hidrológica de Xochimilco, los manantiales tienen su recarga en la Sierra Chichinautzin, en donde gran porcentaje del agua de lluvia precipitada se infiltra en las rocas del Grupo Chichinautzin, el cual manifiesta elevada permeabilidad secundaria. Una vez que el agua es infiltrada, circula hacia niveles inferiores hasta alcanzar una zona de menor permeabilidad representada por la Formación Tarango. De acuerdo a hidrometrías realizadas por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, a la fecha, todavía se aprovechan del orden de 873 litros por segundo, de manantiales en la Ciudad de México.

Otras fuentes de abastecimiento. Adicionalmente al abastecimiento con aguas subterráneas provenientes de pozos ubicados dentro de los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, existe un abastecimiento de aguas superficiales provenientes del Sistema Cutzamala, que proporciona un caudal promedio de 9.6 metros cúbicos por segundo a la Ciudad de México y 5.6 metros cúbicos por segundo al Estado de México, dentro de los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, que equivalen en conjunto a 479.4 millones de metros cúbicos anuales.

Otra fuente de agua potable que abastece a la zona delimitada por este acuífero, es la proveniente de los pozos ubicados en los valles de Toluca e Ixtlahuaca, que según aforos realizados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, es de 3.9 metros cúbicos por segundo, que representan 123.0 millones de metros cúbicos anuales.

Adicionalmente, la proporcionada por los pozos que forman los ramales Tizayuca-Pachuca, Zumpango, Castera, Los Reyes-FC, Los Reyes-Ecatepec y Teoloyucan, de ellos y de acuerdo con el denominado Plan de Acción Inmediata, suministran un caudal de 2.55 metros cúbicos por segundo a la Ciudad de México y 4.85 metros cúbicos por segundo al Estado de México, ambas zonas localizadas dentro del área delimitada del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México, clave 0901, que corresponden en conjunto a 233.4 millones de metros cúbicos anuales; estos volúmenes son cuantificados a través de estaciones hidrométricas operadas por el Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México y son transferencias del acuífero Cuautitlán-Pachuca al acuífero Zona Metropolitana de la Cd de México, clave 0901.

Asimismo, de acuerdo con las mediciones del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, existe una transferencia de agua subterránea con un caudal promedio de 1.0 metro cúbico por segundo, que corresponde a 31.5 millones de metros cúbicos anuales, del Sistema Chiconautla, a través de pozos que se encuentran emplazados también dentro del acuífero Cuautitlán-Pachuca.

Finalmente, existen fuentes superficiales para abastecimiento a la población; entre las más relevantes están, el caudal proveniente de la Presa Madín y del Río Magdalena, con un caudal medio del orden de 0.4 metros cúbicos por segundo y 0.2 metros cúbicos por segundo, respectivamente, que en conjunto representan 18.9 millones de metros cúbicos anuales.

De acuerdo a la información de la tabla 7, se puede observar que actualmente cerca del 60 por ciento del agua con que se dota el área donde se encuentra el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, proviene de fuentes externas.

**Tabla 7. Volúmenes de agua suministrada al área del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México**

Fuente	Volumen de agua en millones de metros cúbicos anuales
Aguas subterránea dentro del acuífero ZMCM	623.8
Sistema Cutzamala	479.4
Acuífero del Alto Lerma	123.0
Sistema Plan de Acción Inmediata	233.4

Sistema Chiconautla	31.5
Aguas superficiales de la Presa Madín y el Río Magdalena	18.9
<b>Total</b>	<b>1510.0</b>

#### 5.4 Calidad del agua subterránea

De acuerdo con un estudio realizado por la Gerencia Técnica del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, el agua subterránea dentro de los límites del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, es de buena calidad, sobre todo en las áreas de recarga, ubicadas al oeste y al sur, donde las concentraciones de sólidos totales disueltos varían entre 200 y 150 miligramos por litro, concentraciones que se incrementan, conforme el agua circula a través del medio geológico hacia el valle. En el límite con el acuífero Texcoco, hacia el este, las concentraciones de sólidos totales disueltos, alcanzan los 2,500 miligramos por litro, por lo que rebasan el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro, establecido en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

En general, los demás iones y contenidos químicos en el agua subterránea son de muy buena calidad en las zonas de recarga y de menor calidad en la planicie; sin embargo, se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma referida, con excepción de la porción oriente del acuífero, en la zona de Iztapalapa, en la que las concentraciones de hierro y magnesio superan las máximas concentraciones permitidas para consumo humano.

#### 5.5 Balance de Agua Subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, es de 512.8 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 151.0 millones de metros cúbicos anuales de recarga natural, conformada a su vez por 137.0 millones de metros cúbicos anuales de entrada por flujo subterráneo y 14.0 millones de metros cúbicos anuales a partir de la infiltración de agua de lluvia; así como por 361.8 millones de metros cúbicos anuales de recarga incidental a partir de las fugas de las redes de distribución de agua. Las salidas del acuífero corresponden totalmente a la extracción de 623.8 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento en el acuífero es de -111.0 millones de metros cúbicos anuales, en los que el signo negativo 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se determinó considerando una recarga media anual de 512.8 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida nula; y un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 1,103.984799 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea nula, con un déficit de 591.184799 millones de metros cúbicos anuales.

#### REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCO M	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
<b>CIUDAD DE MÉXICO</b>							
0901	ZONA METROPOLITANA	512.8	0.0	1,103.984799	623.8	0.000000	-591.184799

	DE LA CD. DE MÉXICO						
--	---------------------	--	--	--	--	--	--

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

Este resultado indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 512.8 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

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

Actualmente el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954; que abarca la mayor parte del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- “DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, que abarca una mínima porción en el extremo oeste, del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México;
- “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, en la Ciudad de México, que en el mismo se indica, que corresponde al 5.3 por ciento de la extensión del acuífero, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1 Sobreexplotación

En el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, la extracción de agua subterránea es de 623.8 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 512.8 millones de metros cúbicos anuales. El acuífero 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 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 Octavo del presente, en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, 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.

## 9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, no existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; por lo anterior el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y evitar que se agrave la sobreexplotación del acuífero.
- El acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Octavo Considerando del presente; sin embargo, persiste el riesgo de que se agrave la problemática del acuífero, en detrimento del ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- El Acuerdo General de suspensión del libre alumbramiento, establece que estará vigente en el acuífero, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales proponga al Titular del Ejecutivo Federal, mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, 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; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento legal para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901.
- El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

## 10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, 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 Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, la veda establecida mediante el "DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965.
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el Diario

Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.

- Una vez establecido el ordenamiento precedente, 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**

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Zona Metropolitana de la Cd. de México, clave 0901, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Código Postal 04340, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, en Río Churubusco Número 650, Esquina Tezontle, Piso 2, Colonia Carlos A. Zapata Vela, Delegación Iztacalco, Ciudad de México, Código Postal 08040.

Ciudad de México, a los 18 días del mes de agosto de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.