

SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO ATLIXCO-IZÚCAR DE MATAMOROS
(2103), ESTADO DE PUEBLA**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización.....	2
1.2 Situación administrativa del acuífero.....	4
2. ESTUDIOS TÉCNICOS realizados con anterioridad.....	4
3. FISIOGRAFÍA.....	5
3.1 Provincia fisiográfica.....	5
3.2 Clima.....	5
3.3 Hidrografía.....	5
4. GEOLOGÍA.....	6
4.1 Estratigrafía.....	6
4.2 Geología estructural.....	8
4.3 Geología del subsuelo.....	8
5. HIDROGEOLOGÍA.....	8
5.1 Tipo de acuífero.....	9
5.2 Comportamiento hidráulico.....	9
5.2.1 Profundidad del nivel estático.....	9
5.2.2 Elevación al nivel estático.....	11
5.2.3 Evolución del nivel estático.....	12
5.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.....	13
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA.....	13
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	13
7.1 Recarga.....	14
7.1.1 Recarga natural.....	14
7.2 Descarga.....	14
7.2.1 Evapotranspiración.....	15
7.2.2 Descargas naturales.....	15
7.2.3 Extracción de agua subterránea.....	15
7.2.4 Flujo subterráneo.....	15
7.3 Cambio de almacenamiento.....	15
8. DISPONIBILIDAD.....	15
8.1 Recarga total media anual (R).....	16
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	16
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	16
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	17
9. BIBLIOGRAFÍA.....	18

1. GENERALIDADES

Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera 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”. Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.1 Localización

El acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, definido con la clave 2103 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción suroccidental del estado de Puebla, entre los paralelos 18° 24' y 19° 03' de latitud norte y entre los meridianos 98° 12' y 98° 46' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,658 km². Limita al norte con el acuífero Valle de Puebla, al este y sur con Ixcaquixtla, ambos pertenecientes al estado de Puebla; al oeste con Tepalcingo-Axochiapan y al noroeste con Cuautla-Yautepec, pertenecientes al estado de Morelos (figura 1).

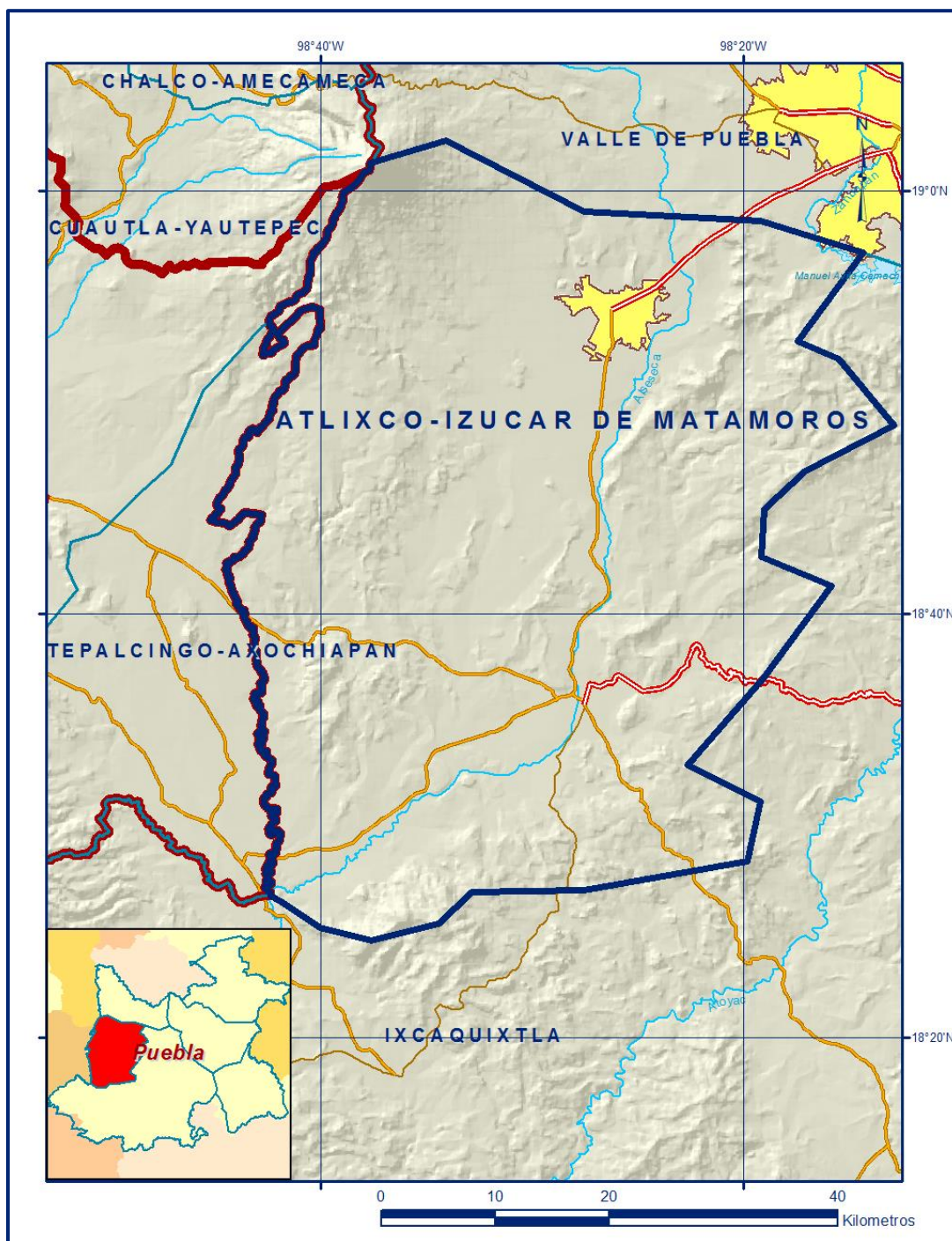


Figura 1. Localización del acuífero

De acuerdo con la división política, el área de estudio incluye, en forma parcial o total, los siguientes municipios: Acteopan, Atlixco, Atzala, Atzitzihuacán, Cohuecan, Epatlán, Huaquechula, Izúcar de Matamoros, San Diego la Mesa Tochimiltzingo, San Martín Totoltepec, Tepemaxalco, Tepeojuma, Tepexco, Tianguismanalco, Tilapa, Tlapanalá y Tochimilco.

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Coordenadas que definen al área del Acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros.

ACUIFERO 2103 ATLIXCO-IZUCAR DE MATAMOROS							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	34	5.1	19	2	22.2	
2	98	27	31.9	18	59	1.3	
3	98	19	13.0	18	58	34.9	
4	98	14	21.2	18	57	4.3	
5	98	17	26.1	18	52	52.8	
6	98	15	29.2	18	52	2.2	
7	98	12	52.9	18	48	56.4	
8	98	17	6.7	18	46	46.5	
9	98	19	3.0	18	44	57.7	
10	98	19	10.4	18	42	42.3	
11	98	15	51.2	18	41	20.2	
12	98	19	3.7	18	36	58.9	
13	98	22	38.7	18	32	50.6	
14	98	19	13.8	18	31	8.2	
15	98	19	50.5	18	28	19.6	
16	98	27	32.1	18	26	56.3	
17	98	32	51.2	18	26	50.8	
18	98	34	25.5	18	25	22.0	
19	98	37	37.3	18	24	33.7	
20	98	40	2.1	18	25	9.9	
21	98	41	54.7	18	26	24.7	
22	98	42	23.3	18	26	40.4	DEL 22 AL 23 POR EL LIMITE ESTATAL
23	98	42	25.9	18	53	46.4	DEL 23 AL 24 POR EL LIMITE ESTATAL
24	98	37	57.7	19	0	53.5	DEL 24 AL 25 POR EL LIMITE ESTATAL
25	98	37	38.7	19	1	18.8	
1	98	34	5.1	19	2	22.2	

1.2 Situación administrativa del acuífero

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

La información fue recopilada del: “Estudio Geohidrológico preliminar de la zona de Atlixco-Izúcar de Matamoros, Puebla”, realizado por la Empresa “Perforaciones y Estudios Geológicos, S.A.”, concluido en el año de 1981.

“Estudio Geohidrológico Preliminar de la zona Atencingo-Atlixco Pue.” realizado por la Empresa Geocalli, S.A., concluido en el año de 1982, y actualizada con los datos registrados en el REPDA, 2000, Registro Público de Derechos de Agua, Gerencia Estatal en Puebla, corte a junio del 2000.

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia fisiográfica

El acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros, se ubica en el Altiplano Mexicano, dentro de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, en donde forma un amplio valle dividido por serranías y cerros separados (Raiz, 1964). En el área afloran rocas de tipo sedimentario e ígneo que varían en edad y composición.

El acuífero geomorfológicamente, comprende a la Sierra Nevada, representada por un lineamiento complejo de grandes volcanes dirigidos de NNW a SSE.

Está limitado hacia el oriente por las Sierras de Zoapiltepec (2500 msnm), Teyuca (1800 msnm), y Vaquería (1600 msnm), y hacia el poniente la falda oriental del Popocatepetl (4000 msnm), Sierras de Tochimilco (2250 msnm) y Huaquechula (1750 msnm).

3.2 Clima

En la clasificación climatológica, de acuerdo con Köppen, se describe como un clima semicálido con régimen de lluvias de verano y poca oscilación de temperatura en la zona de Atlixco y un clima cálido con lluvias en verano y ligera oscilación de la temperatura en la zona de Izúcar de Matamoros.

La temperatura media anual va de 16.1 a 21.8° C; y la información obtenida de nueve estaciones climatológicas, distribuidas en toda el área indican que la precipitación media anual varía de 719.9 a 1,061.2 mm, siendo la precipitación media anual de 890 mm. Los meses más lluviosos ocurren en junio, julio, agosto y septiembre con alturas de lluvia hasta de 1273.2 mm; mientras que la evaporación potencial media anual es de 1,926.4 mm.

3.3 Hidrografía

El estudio Geohidrológico preliminar de la zona de Atlixco-Izúcar de Matamoros, Puebla, manifiesta que las corrientes superficiales más importantes que escurren por el valle son: El río Nexapa, Río Epatlán y el río Atila o Huitzilac, los dos últimos se consideran afluentes del primero.

El Nexapa, nace en la falda oriental del Popocatepetl a unos 20 km al norte de la ciudad de Atlixco.

Es un río de régimen permanente, alineado en su porción alta por los deshielos del volcán, solo que pocos kilómetros debajo de su nacimiento derivan sus aguas a través de un canal, cuyo nombre va cambiando, en este sitio es conocido como los Molinos, estimándose un gasto de 400 lps. Sobre su porción occidental, recibe aportaciones de los arroyos Cuescomate y el Río Cantarranas, este último, se inicia donde nacen los manantiales de San Baltazar Atlimeyaya, cuyas aguas son conducidas por el canal Catecuxco con un gasto estimado de 1 m³/s.

El río Epatlán escurre paralelamente al río Nexapa y vierte sus aguas a este a la altura del poblado de Puctla, a 4 km al sur de Izúcar de Matamoros y poco más adelante a 10 km confluye con el río Atila en el poblado denominado Atzala, este último río nace en la falda suroriental del volcán Popocatepetl, a unos 12 km al NW de Tochimilco, escurre en dirección sureste hasta llegar al poblado de Huaquechula, donde cambia su rumbo para dirigirse al sur; en su trayecto recibe aportaciones de los ríos Ahuizoc, César Matadero y Ahuehueyo, que bajan de las faldas de este mismo volcán. Pertenece a la Región Hidrológica No. 18, del río Balsas. A la Subregión hidrológica del Alto Balsas. El área de estudio, pertenece a la Cuenca del Río Atoyac y Subcuenca del río Nexapa; y contiene presas de reducida capacidad, bordos y canales.

4. GEOLOGÍA

La geología superficial del acuífero es muy variada, está constituida por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, rocas sedimentarias y metamórficas, su distribución se muestra en la figura 2.

4.1 Estratigrafía

El territorio del estado de Puebla, está constituido por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas de edad variable –Paleozoico al Reciente-, siendo las rocas plutónicas (granitos, principalmente) y las metamórficas (pizarras verdes y gneises), las más antiguas,

Ocupa casi la cuarta parte de su superficie total; ambas constituyen la mayor parte de las sierras que se levantan al sur-suroeste del estado, cerca de las localidades de Matamoros, Acatlán y Tehuacán; en otros sitios, son atravesadas por intrusiones de granito con grandes elementos –pegmatitas, diques y dioritas-, que hicieron su aparición a finales del Paleozoico. Por otro lado, las rocas metamórficas se encuentran plegadas y dislocadas, cubiertas por sedimentos cretácicos o por rocas ígneas recientes – riolitas y andesitas-.

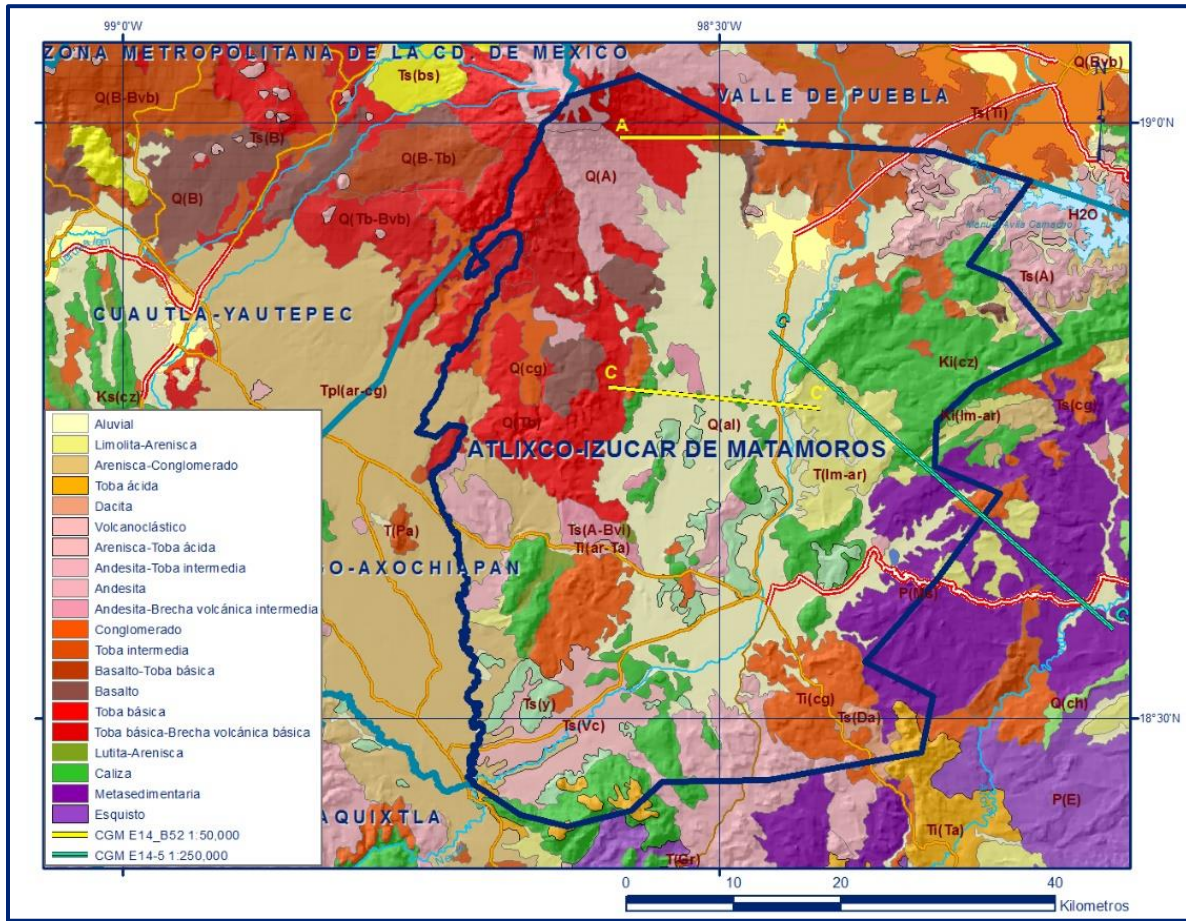


Figura 2. Geología del acuífero

Las formaciones mesozoicas están representadas por conglomerados, areniscas, pizarras (fossilíferas, arcillosas y yesíferas), esquistos y calizas que, en gran parte, están fracturadas, plegadas o dislocadas; algunas de ellas afloran en reducidas áreas, y otras, como las calizas, en superficie de gran extensión.

Acompañadas de las emisiones lávicas, se efectuaron numerosas erupciones de carácter explosivo, con producción de arena y material cinerítico depositados en las partes bajas, especialmente en la región de Los Llanos. En el valle de Puebla predominan las tobas, aunque en las cercanías de los volcanes La Malinche, Acajito y Tecajete, entre otros, existen arenas pumíticas.

El relleno de los valles está compuesto por rocas ígneas y sedimentarias, cuya edad varía del Terciario Medio al Cuaternario Superior. Su espesor es irregular: de decenas a centenas de metros en valles fluviales, siendo aún mayores en las fosas tectónicas rellenas de depósitos aluviales, lacustres y rocas ígneas.

4.2 Geología estructural

El valle, corresponde a estructuras hundidas, las cuales han recibido el aporte de una gran cantidad de materiales volcánicos, mientras que las montañas entre las que figuran los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl, son estructuras que han emergido a través de grandes fracturas o fallas, o levantamientos por movimientos tectónicos en el caso de las montañas de origen sedimentario.

4.3 Geología del subsuelo

Durante la realización de los estudios previos, se hicieron 27 sondeos eléctricos verticales, ubicados en la zona de Huaquechula, en el área de Atlixco y en la zona de Tepeojuma en el área de Matamoros, 18 sondeos forman el perfil 1, y 9 sondeos integran el perfil 2, todos ellos fueron ubicados transversalmente al valle.

Durante la ejecución de los sondeos, se obtuvieron 810 medidas, también se construyeron las curvas de isorresistividades y los perfiles de resultados.

Con estos datos, se observa que la distribución de la corriente en el subsuelo no es homogénea, presentándose variaciones, tanto en profundidad como lateralmente. Las características eléctricas del subsuelo dadas en m, se agruparon sus valores en unidades que van de la I a la V, las cuales, se han correlacionado con formaciones geológicas y geohidrológicas, basándose en algunos datos de pozos y observación de superficie.

Con la información obtenida mediante la geofísica eléctrica por resistividad, se construyeron los perfiles geofísicos, habiéndose detectado seis unidades numeradas del I al VI, con sus respectivas subdivisiones.

5. HIDROGEOLOGÍA

Para conocer las características físicas del acuífero, se efectuaron pruebas de bombeo de corta duración.

En los estudios previos, se hicieron 15 pruebas de bombeo, las lecturas de variación de niveles piezométricos, así como las tablas de transmisividad, tanto para la etapa de abatimiento como de recuperación cuyos promedios varían de 0.39×10^{-2} a 5.59×10^{-2} m²/s, observándose que los valores más altos, se encuentran en el área de Matamoros y los valores bajos, en la parte alta y media del valle.

5.1 Tipo de acuífero

En general el acuífero, se considera de tipo libre presentando condiciones de buena permeabilidad, esto ocurre principalmente en las rocas basálticas fracturadas y rocas calcáreas, sin embargo, también los piroclásticos presentan localmente permeabilidad interesante.

5.2 Comportamiento hidráulico

En toda el área se eligieron 75 pozos piloto, a los que se les determinó la elevación de los brocales mediante nivel fijo. La Gerencia Estatal en Puebla de la Comisión Nacional del Agua, ha realizado recorridos piezométricos en el valle, con la finalidad de verificar las características y comportamiento del mismo.

5.2.1 Profundidad del nivel estático

En agosto de 1979, se midió la profundidad del nivel estático de la mayoría de aprovechamientos censados, en diciembre del mismo año se realizó una segunda campaña de medición únicamente en pozos piloto. En la figura 3 se observan la profundidad al nivel estático varía de 36 a 75 metros, predominando la primera.

10

5.2.2 Elevación al nivel estático

La elevación del nivel estático varía de 1084 a 1884 msnm, los valores más bajos se encuentran cerca de la localidad Gustavo Díaz Ordaz, en la parte sur del acuífero. Mientras que, en la zona norte, cerca de la localidad de Atlixco, se encuentran los valores más altos. La dirección de flujo de aguas subterráneas tiende a seguir la pendiente del valle (figura 4).

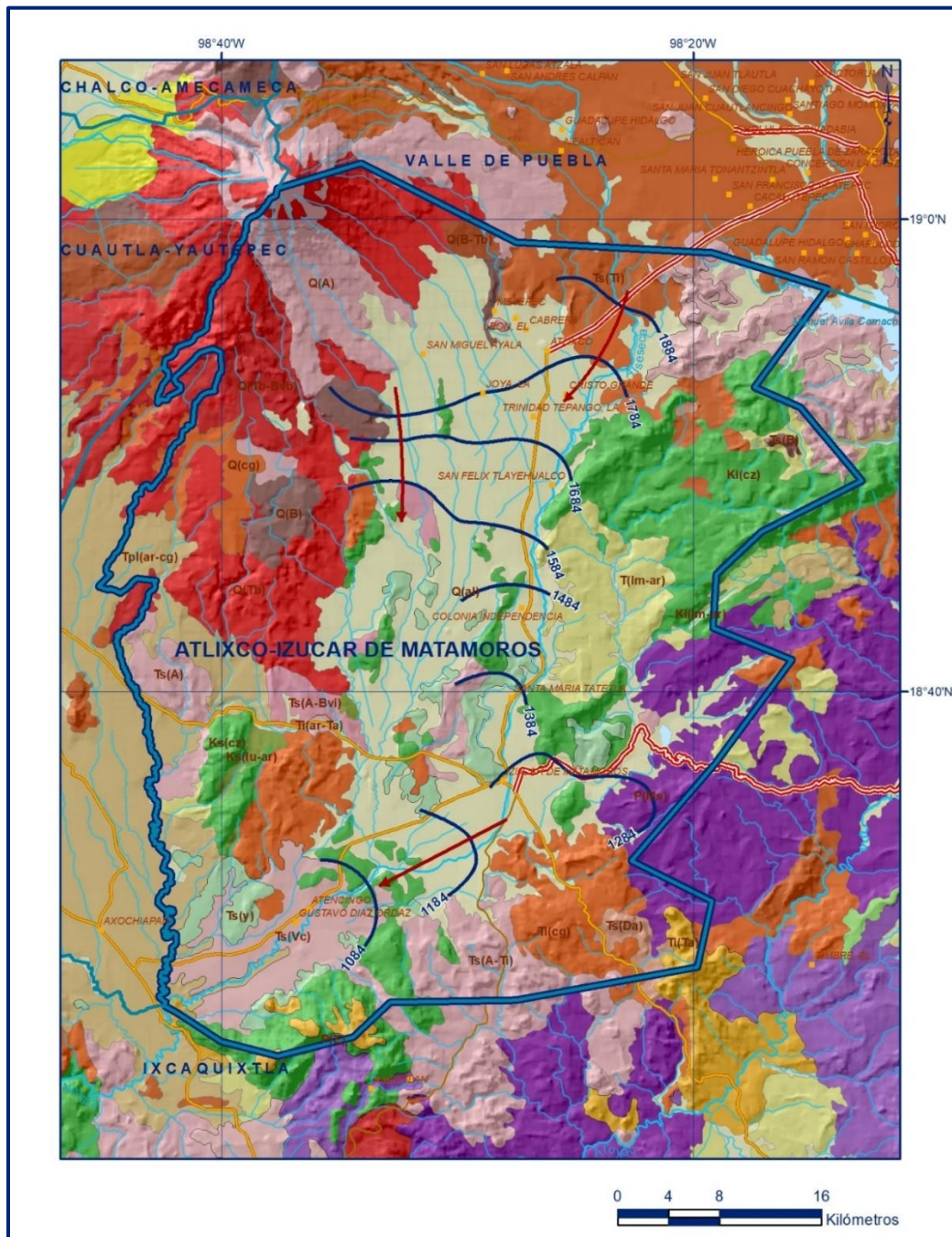


Figura 4. Elevación del nivel estático en msnm (1992).

5.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

En los estudios previos se obtuvieron 64 muestras de agua. Se observa que en general el agua es apropiada para usos agrícolas, las aguas con mayores concentraciones de STD de 1100 a 2200 ppm, corresponden a los manantiales de Xuchiapa, San Lucas Colucan y San Vicente, localizados en la parte suroriental de Matamoros, donde existen rocas calcáreas yesíferas, que proporcionan aguas altamente sulfatadas, que aún con estas características, son utilizadas para riego de caña de azúcar.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

En la tabla dos, se muestra el aprovechamiento por usos del agua subterránea en los municipios del acuífero de Atlixco-Izúcar de Matamoros.

Tabla 2 Aprovechamiento del agua subterránea

Uso	Volumen hm ³ /año	Porcentaje (%)
Público Urbano	16	12.39
Agrícola	110.2	85.38
Doméstico	1.4	1.08
Industria	1.5	1.16
Total	129.06	100%

La extracción total de agua subterránea en la zona es de 129.06 hm³/año, la cual se destina principalmente para uso agrícola.

En la sinopsis geohidrológica de Puebla, se consignan 606 aprovechamientos, 560 agrícolas, 42 de uso público-urbano y 4 industriales.

Datos recientes (1999) consideran 727 aprovechamientos, 583 agrícolas, 60 de uso público-urbano, 8 industriales y 76 de uso doméstico-agrícola.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga) representa el volumen de agua perdido o ganado anualmente por el almacenamiento no renovable del subsuelo. La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

$$\text{Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de almacenamiento}$$

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, al cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

Con el propósito de determinar el volumen de recarga al acuífero y su coeficiente regional de almacenamiento, en este Estudio, se procedió a efectuar el análisis de la ecuación de balance volumétrico del período comprendido entre agosto y diciembre de 1979 que conjuntamente con la establecida en la “Sinopsis Geohidrológica del Estado de Puebla 1992”, nos permite definir los conceptos de la manera siguiente:

7.1 Recarga

De acuerdo al modelo conceptual, la recarga está representada por la suma de las entradas horizontales del flujo subterráneo y la entrada vertical, debida a la infiltración de la lluvia.

7.1.1 Recarga natural

Se aprecian dos zonas principales de recarga al acuífero del Atlixco-Izúcar de Matamoros, una se localiza en las estribaciones de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl, y la otra en las estribaciones de las Sierras de Zoapiltepec, Teyuca y Vaquería. También se observan recargas provenientes del valle de Epatlán y es probable que existan aportaciones de las montañas localizadas al sur de Matamoros.

Se consideran 197 hm³/año de recarga natural, 47.26 hm³/año de entradas subterráneas que incluyen 14.8 hm³ que provienen del acuífero de Valle de Puebla, resultado un total de 244.26 hm³/año.

7.2 Descarga

De acuerdo al modelo conceptual del Estudio Geohidrológico preliminar de la zona de Atlixco-Izúcar de Matamoros, la descarga del sistema está integrada por la salida del flujo subterráneo en forma horizontal, la extracción que se hace por medio de la operación de pozos existentes y la descarga natural de manantiales que se encuentran dentro del área estudiada.

Las salidas totales del sistema, se han calculado en 234.1 hm³/año, distribuidos de la siguiente manera.

7.2.1 Evapotranspiración

Para el balance de aguas subterráneas existente del acuífero del Atlixco-Izúcar de Matamoros, no se consideró este término.

7.2.2 Descargas naturales

Las principales descargas naturales del acuífero consisten en las descargas por manantiales calculadas en 83.88 hm³/año.

7.2.3 Extracción de agua subterránea

Este concepto, se ha obtenido de la información proporcionada por la Gerencia Estatal y es de 99.06 hm³/año y se consideran 30 hm³/ años adicionales de volumen no concesionado pero que es un volumen realmente extraído del subsuelo, a la fecha del balance de aguas subterráneas, con lo que la descarga por bombeo asciende a 129.06 hm³/año.

7.2.4 Flujo subterráneo

Las descargas por flujo subterráneo, se han calculado en 21.13 hm³/año.

7.3 Cambio de almacenamiento

El acuífero del Atlixco-Izúcar de Matamoros, se encuentra en equilibrio dinámico, debido a que el volumen que entra es mayor al volumen que sale, con un cambio de almacenamiento con valor positivo de 10.2 hm³.

8. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de 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; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

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

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

R = Recarga total media anual

DNC = Descarga natural comprometida

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

8.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida.

Para este caso es de **244.3 hm³/año**.

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el caso de la zona en estudio la descarga natural comprometida es de **83.9 hm³/año**.

8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **123,904,179 m³** anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned}\text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 244.3 - 83.9 - 123.904179 \\ \text{DMA} &= 36.495821 \text{ hm}^3/\text{año}.\end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **36,495,821 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

Estudio Geohidrológico Preliminar de la zona Atencingo-Atlixco Pue.” realizado por la Empresa Geocalli, S.A., concluido en el año de 1982,

REPDA, 2000, Registro Público de Derechos de Agua, Gerencia Estatal en Puebla, corte a octubre del 2000.