



**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA**

**GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE  
AGUA EN EL ACUÍFERO LA SIERRA (2705), ESTADO DE TABASCO**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

## Contenido

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
	<b>Antecedentes.....</b>	<b>2</b>
1.1	Localización.....	2
1.2	Situación administrativa del acuífero.....	4
<b>2</b>	<b>ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD. ....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>FISIOGRAFÍA.....</b>	<b>5</b>
3.1	Provincia fisiográfica.....	5
3.2	Clima.....	6
3.3	Hidrografía.....	6
3.4	Geomorfología.....	7
<b>4</b>	<b>GEOLOGÍA.....</b>	<b>7</b>
4.1	Estratigrafía.....	7
4.2	Geología estructural.....	9
4.3	Geología del subsuelo.....	10
<b>5</b>	<b>HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
5.1	Tipo de acuífero.....	10
5.2	Parámetros hidráulicos.....	10
5.3	Piezometría.....	10
5.4	Comportamiento hidráulico.....	11
5.4.1	Profundidad del nivel estático.....	11
5.4.2	Elevación del nivel estático.....	11
5.4.3	Evolución del nivel estático.....	11
5.5	Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.....	11
<b>5</b>	<b>CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>ENTRADAS.....</b>	<b>12</b>
7.1	Recarga vertical (Rv).....	12
7.1.1	Recarga inducida (Ri).....	12
7.1.2	Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh).....	13
7.2	Salidas.....	13
7.2.1	Evapotranspiración (ETR).....	13
7.2.2	Descargas naturales.....	13
7.2.3	Bombeo (B).....	13
7.2.4	Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh).....	13
7.3	Cambio de almacenamiento $\Delta V(S)$ .....	13
<b>8</b>	<b>DISPONIBILIDAD.....</b>	<b>13</b>
8.1	Recarga total media anual (R).....	14
8.2	Descarga natural comprometida (DNC).....	14
8.3	Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	14
8.4	Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	15

## **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 La Sierra, definido con la Clave 2705 por la Comisión Nacional del Agua se localiza en la porción centro-sur del estado de Tabasco, tiene una superficie de 1,817 km<sup>2</sup>, que cubre los municipios de Teapa, Tacotalpa, Jalapa y, parcialmente los de Macuspana y el Centro (figura 1). Los principales centros de población localizados dentro del área son las cabeceras municipales de Teapa, Tacotalpa y Jalapa. Limita al norte con el acuífero Samaria-Cunduacán, al sur y este con el estado de Chiapas y al oeste con el acuífero Reforma estado de Chiapas.

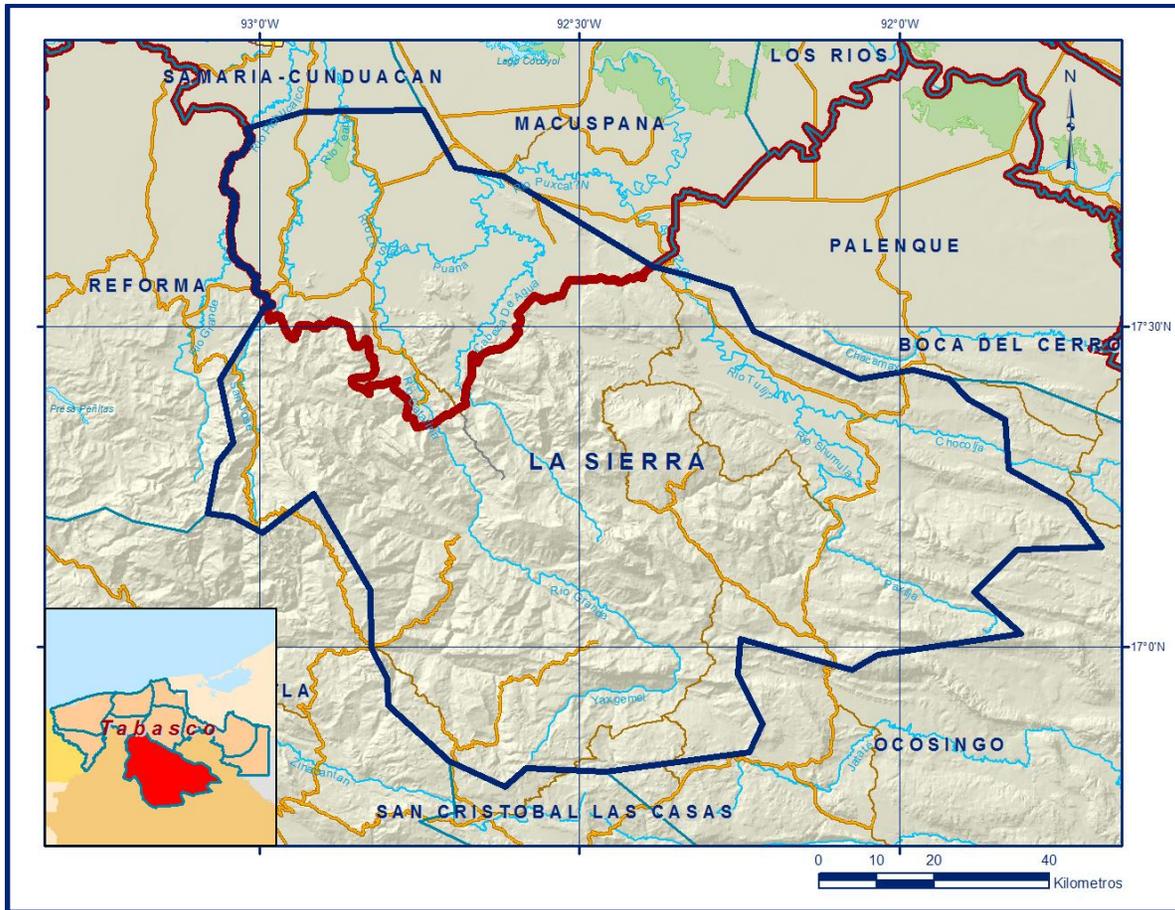


Figura 1. Localización del acuífero

El acuífero La Sierra está delimitado por la poligonal cuyas coordenadas geográficas de sus vértices, se presentan en la tabla 1.

ACUIFERO 2705 LA SIERRA							OBSERVACIONES
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	92	23	7.8	17	35	40.2	
2	92	19	52.2	17	34	47.1	
3	92	15	44.3	17	33	28.4	
4	92	13	39.2	17	29	34.4	
5	92	3	48.4	17	25	5.6	
6	91	58	44.9	17	25	56.6	
7	91	55	23.3	17	25	5.6	
8	91	53	37.1	17	23	13.1	
9	91	50	7.8	17	21	13.9	
10	91	49	49.8	17	16	38.9	
11	91	44	10.5	17	13	29.4	
12	91	41	7.4	17	9	20.7	
13	91	48	59.2	17	9	6.5	
14	91	53	2.3	17	5	8.5	
15	91	48	36.6	17	1	14.4	
16	92	2	3.0	16	59	15.0	
17	92	4	29.4	16	57	51.5	
18	92	14	55.9	17	0	46.0	
19	92	15	12.6	16	57	23.1	
20	92	12	50.2	16	52	47.2	
21	92	14	5.3	16	50	8.6	
22	92	27	30.1	16	48	17.6	
23	92	35	0.6	16	48	37.3	
24	92	36	57.5	16	46	54.5	
25	92	42	14.4	16	49	15.3	
26	92	47	55.0	16	54	29.9	
27	92	48	0.8	16	56	59.1	
28	92	49	30.7	16	59	52.9	
29	92	49	35.0	17	5	17.4	
30	92	54	56.6	17	14	20.7	
31	92	59	44.9	17	10	42.0	
32	93	2	28.6	17	12	11.8	
33	93	4	53.3	17	12	30.3	
34	93	3	57.1	17	17	12.6	
35	93	2	29.9	17	19	7.9	
36	93	3	42.3	17	25	2.7	
37	92	59	33.4	17	31	44.4	DEL 37 AL 38 POR EL LIMITE ESTATAL
38	93	1	11.4	17	48	36.2	
39	92	55	48.3	17	50	12.2	
40	92	44	37.5	17	50	20.0	
41	92	41	37.0	17	44	55.8	
42	92	37	5.7	17	44	4.9	
1	92	23	7.8	17	35	40.2	

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

## 1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero La Sierra pertenece al Organismo de Cuenca XI "Frontera Sur", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Tabasco.

Administrativamente el acuífero La Sierra queda comprendido en la Zona decretada de Veda del Río Grijalva, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 1957, incluyendo también parte de los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4.

A la fecha no existen organizaciones de usuarios para extraer agua del acuífero, ni unidades de riego dentro de la zona. Los usuarios que extraen mayores volúmenes de aguas subterráneas son: Agrícolas Particulares y SAPAET.

## **2 ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.**

La zona acuífera ha quedado comprendida en el siguiente estudio:

### **Informe de Sondeos Eléctricos Verticales efectuados en el Proyecto “Villahermosa-Teapa”, Municipio de Teapa, Tabasco.- 1992.- Tomo I.**

En el estudio ya mencionado se realizaron sondeos eléctricos verticales. La información de pozos de agua, los cuales suministran el agua potable en el estado, se obtuvo del organismo operador de agua potable (S. A. P. A. E. T.). Actualmente ya se ha integrado el primer grupo del agua de usuarios con aprovechamientos de tipo público-urbano, quedando éste representado prácticamente por el sistema operador de agua potable (SAPAET), el cual forma parte del consejo de cuenca del río Grijalva-Usumacinta.

## **3 FISIOGRAFÍA**

### **3.1 Provincia fisiográfica**

El acuífero La Sierra se encuentra situada en dos provincias fisiográficas la Llanura Costera del Golfo Sur y las Sierras de Chiapas y Guatemala, la primera es una llanura formada por grandes cantidades de aluvión acarreado por uno de los ríos más caudalosos del país, El Grijalva, el cual atraviesa la provincia para desembocar en la parte sur del Golfo de México, éste río se une al río Usumacinta cerca de la ciudad de Frontera, Tabasco (en tres brazos), donde tienen desembocadura común al Golfo de México.

En la zona cruzan los ríos de La Sierra, Teapa y Puyacatengo los cuales son de régimen permanente.

La mayor parte de la superficie de esta región presenta una altitud muy próxima al nivel del mar, quedando cubierta por material aluvial, morfológicamente está integrado por la planicie nominada provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur.

La subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños comprende en su totalidad los municipios de Jalapa y Centro, así como una gran parte de Macuspana, Teapa y Tacotalpa.

En tanto que la subprovincia de las Sierras del Norte de Chiapas, cubren la parte restante de los municipios de Macuspana, Teapa y Tacotalpa, quedando esta representada por distintos aluviones, así como afloramientos de rocas lavicas y calizas, la topografía es de montaña que oscilan de 1,000 a 2,000 m de altitud

### **3.2 Clima**

El clima en la región se clasificó como cálido húmedo con lluvias todo el año; El periodo de observación comprende 10 años (1988-1997) y el dato de temperatura que se registró fue de una media anual de 26.9° C. Cabe mencionar que las condiciones climáticas en esta zona permiten el manejo de cultivos durante el ciclo de otoño-invierno, los cuales se desarrollan aprovechando la humedad residual del suelo y las aportaciones del manto freático.

En la zona se presentan frecuentemente las tormentas tropicales con fuerza menor que la del huracán y son llamados “nortes”; presentándose en los meses de octubre a marzo, éstos nortes son fríos que generalmente vienen acompañados de fuertes vientos y precipitaciones ligeras (lloviznas o chubascos)

El análisis climatológico se efectuó con la información de cuatro estaciones climatológicas, las cuales se localizan dentro del área acuífera, a continuación se relacionan las estaciones empleadas: Teapa, La Huasteca, Playas del Rosario y Pueblo Nuevo. La precipitación media anual en el acuífero es del orden de los 2,499.98 mm. La evaporación media anual es del orden de los 1,160.69 mm. Precipitándose un volumen anual de 4542.14 Mm<sup>3</sup>/año.

### **3.3 Hidrografía**

El acuífero queda localizado dentro de la región hidrológica N° 30 del río Grijalva-Usumacinta, la cual drena una cuenca (Grijalva-Villahermosa) de 10,586.6 km<sup>2</sup>, dentro de la misma región hidrológica se localizan cinco acuíferos más, de los cuales Samaria-

Cunduacán y Macuspana están comunicados superficialmente con el acuífero en cuestión por medio los ríos: La Sierra y Puxcatán, respectivamente.

La zona acuífera queda prácticamente delimitada por los ríos Teapa y Puyacatengo, el primero se desarrolla en zonas planas, bordea la población de igual nombre y cambia su denominación a río de la Sierra, captando por margen derecha al río Puyacatengo que es su principal afluente.

El cual corre paralelamente al primero y al entrar en zonas planas su cauce pierde capacidad y derrama una parte en las lagunas y pantanos que encuentra a su paso, el resto se descarga al río Grijalva por su margen derecha.

### **3.4 Geomorfología**

Las características geomorfológicas de las áreas están representadas por un terreno compuesto de lomeríos cuyas pendientes son menores al 1% dando un aspecto de madurez. Las corrientes que corren en forma superficial a través de la región tienen su origen en las partes altas de la cadena montañosa que limita la planicie hacia la parte sur, las cuales han modelado un paisaje con un drenaje de tipo dendrítico y lagunar.

Una característica importante en las áreas es que la intemperización de las rocas volcánicas y calcáreas de la parte sur han originado la formación de los suelos existentes. Geomorfológicamente en la zona sur del área acuífera, se observan lomeríos que se hacen más abruptos al comenzar a ascender hacia la zona de la Sierra Norte de Chiapas.

## **4 GEOLOGÍA**

### **4.1 Estratigrafía**

Los principales materiales que afloran en el área son de tipo arcillo-arenosos, areniscas, lutitas y calizas, predominando los materiales granulares provenientes de la erosión de la sierra de Chiapas (figura 2).

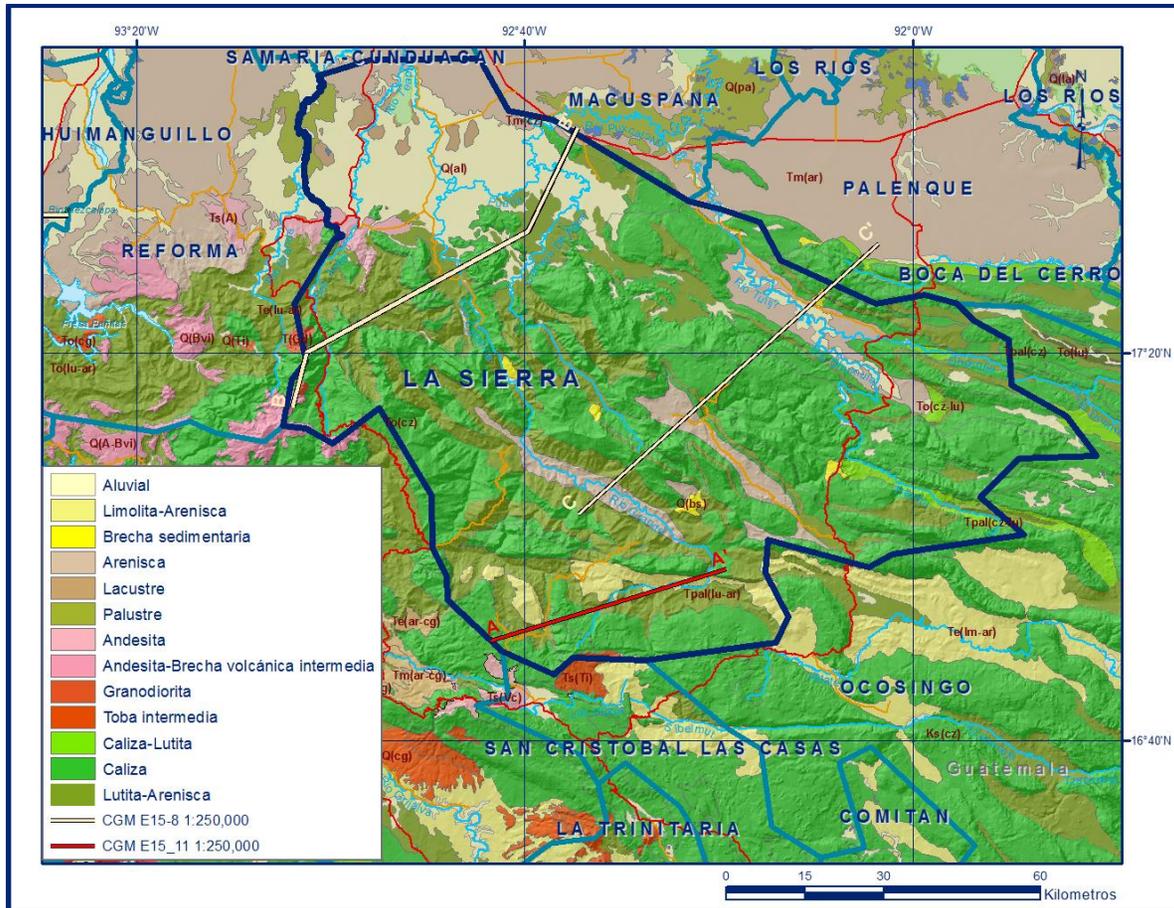


Figura 2. Geología general del acuífero

Las principales formaciones geológicas que se localizan en el área son la Fm. Belem, Fm. Tres Puentes, y Fm. Chicontepec, dichos materiales granulares presentan características de buena permeabilidad y transmisividad, la zona de recarga está localizada en la parte sur de la zona acuífera.

La Formación Tres Puentes está formada por sedimentos del Pleistoceno Inferior y Plioceno Superior constituidos de arcillas con características homogéneas, contienen nódulos ferruginosos y calcáreos, presenta algunos horizontes arenosos de estratificación laminar y cuerpos de arena de cuarzo, deleznable, asimismo contiene arcilla, zonas carbonosas, turba, yeso y lignito.

Conformados por sedimentos marinos y lacustres de aproximadamente 250 metros de espesor, su granulometría es heterogénea. La Formación Belem es arenosa, tiene capas de arcilla y restos de fósiles con yeso.

El esquema de flujo subterráneo queda definido del sur a norte, constituyendo un acuífero libre.

Las rocas más antiguas se encuentran representadas por rocas de origen calcáreas del Terciario Inferior (Paleoceno), por otra parte se encuentran alternancias de capas clásticas (lutitas-areniscas) y de carbonatos como arcillas (calizas-lutitas), otros depósitos de ambiente litoral que sobreyacen los anteriormente descritos son areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados, por último la prueba de los bruscos cambios queda confirmada con los grandes espesores de conglomerados masivos, el cual contiene entre sus clastos fragmentos de rocas ígneas

#### **4.2 Geología estructural**

El área acuífera está ubicada en el Mioceno y Cuaternario formada en su mayor parte por areniscas y material de granulometría variable.

En la parte norte de la zona estudiada afloran depósitos constituidos por areniscas muy alteradas de grano grueso, pobremente cementadas por óxido de hierro debido a lo cual son poco consolidadas, de color rojizo, a estos depósitos se les asigna una edad del Terciario Superior (Mioceno) y subyace a los depósitos Cuaternarios.

Los depósitos Cuaternarios constituidos por depósitos aluviales se localizan distribuidos en la zona de estudio. Están formados por depósitos sin consolidar; de granulometría que varía de arcillas a arenas y gravas.

Superficialmente se encuentran aflorando rocas sedimentarias representadas por dos tipos de suelos, uno de ellos de tipo arcilloso de color oscuro y en ocasiones rojizas, que ocupa la parte norte de la superficie estudiada; estos depósitos presentan en general un espesor reducido.

El otro está constituido por material areno arcilloso que varía de color gris a café que se localiza en la parte sur del área. Estos suelos se han originado de la intemperización de las rocas volcánicas y calcáreas que tenemos aflorando en la sierra, las cuales fungen como roca madre.

La cadena montañosa se encuentra conformada por estructuras de roca sedimentaria plegadas con tendencia a orientarse noroeste-sureste, así mismo se presentan una serie de fallas y fracturas.

### **4.3 Geología del subsuelo**

Analizando la sección geológica, se llegó a la conclusión que el sistema opera como un acuífero libre y en algunos sitios pudiera decirse que de tipo semiconfinado, ya que en una de la sección que se realizaron se apreciar como un paquete arcillo-arenoso, sobreyace al paquete de arenas.

La presencia de arcilla intercalada con los sedimentos arenosos que forman el acuífero, sugiere condiciones de semiconfinamiento, mientras que la presencia de yeso y turba afecta estructuralmente la calidad del agua.

## **5 HIDROGEOLOGÍA**

### **5.1 Tipo de acuífero**

En cuatro sondeos eléctricos verticales de 25, son los que detectaron mayor espesor de arena, sobresaliendo uno de ellos ubicado al sur del acuífero a la altura del poblado Miguel Hidalgo en dirección a la Ciudad de Teapa, en la zona platanera; con un espesor de 90 metros.

Como ya se mencionó anteriormente el acuífero La Sierra opera como un acuífero libre, recibiendo recarga vertical por infiltración y horizontal proveniente de piamonte de la sierra norte de Chiapas, así mismo las salidas se presentan del mismo modo por flujo subterráneo hacia la parte norte al acuífero Samaría-Cunduacán y Macuspana, y vertical por evaporación

### **5.2 Parámetros hidráulicos**

En esta zona acuífera no se han realizado pruebas de bombeo, por lo que se han manejado la información de los acuíferos contiguos, que presentan las mismas formaciones geohidrológicas.

### **5.3 Piezometría**

Debido que este acuífero prácticamente no se había explotado, no existe red piezométrica en el mismo, ni aprovechamientos nivelados, sin embargo, actualmente ya se han realizado más perforaciones debido al programa de la Comisión Nacional del Agua, a través del cual se ha puesto en marcha un programa para implementar riego suplementario, lo cual permitirá diseñar la red piezométrica en la zona acuífera.

En cuanto a registros piezométricos se tienen datos, desde 1993 de algunos aprovechamientos hasta el año de 1998, aclarando que no consecutivamente todos los años ni a todos los aprovechamientos registrados.

## **5.4 Comportamiento hidráulico**

### **5.4.1 Profundidad del nivel estático**

El nivel estático en el acuífero La Sierra, realmente no es muy profundo, ya que varía de 7.0 a 4.0 m, los niveles más profundos se concentran hacia la parte central del acuífero, haciéndose menos profundo hacia la parte sur y noroeste del mismo.

### **5.4.2 Elevación del nivel estático**

Como ya se mencionó anteriormente los brocales de los aprovechamientos existentes aún no se encuentran nivelados, razón por la cual no ha sido posible realizar la configuración precisa de dichos niveles.

### **5.4.3 Evolución del nivel estático**

De acuerdo con los registros, se ha estimado el abatimiento anual en 0.45 m, para los sitios puntuales donde existe algún aprovechamiento.

## **5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea**

A efecto de determinar de manera global posibles fuentes de contaminación se considerarán aspectos generales de actividades como urbanización y agrícola; el potencial de contaminación al agua subterránea por descargas municipales, así como la actividad agrícola y según el tiempo de disposición de residuos sólidos municipales (origen público-urbano) este es bajo. Se presume que en el citado acuífero existe contaminación debido a las siguientes actividades humanas:

- 1.- Descargas de aguas residuales de origen doméstico de las ciudades de Teapa, Tacotalpa y Jalapa
- 2.- Empacadoras de plátano.

Los parámetros considerados en la red de monitoreo, correspondiente al probable potencial de contaminación, consisten fundamentalmente en parámetros de campo, serie básica (iones mayores, aniones y cationes) a efecto de llevar a cabo el balance de carga, y a su vez se propuso realizar por única vez la serie específica de verificación; en primer lugar.

Para caracterizar la calidad del agua subterránea en este manto acuífero y en segundo lugar con el objeto de determinar la presencia de plaguicidas, que en caso de ser positiva nos indicaría contaminación de origen antropogénica.

## **5 CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA**

Existe un registro 661 aprovechamientos en el Estado; de los cuales 642 se encuentran regularizados, mismos que aprovechan un volumen anual de 195.814 Mm<sup>3</sup>/año; de éstos, 96 corresponden al acuífero La Sierra registrando un volumen anual de 13.286 Mm<sup>3</sup>/año, la mayoría de dichos aprovechamientos (55%) corresponden a uso público-urbano, siguiendo en menor grado (15%) los de uso agrícola y doméstico.

A la fecha los aprovechamientos no cuentan con medidor de flujo en este acuífero.

## **6 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 por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido. La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

$$\text{Entradas (E) – Salidas (S) = Cambio de masa}$$

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 por el cambio de almacenamiento en el acuífero:

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

## **7 ENTRADAS**

### **7.1 Recarga vertical (Rv)**

Considerando que el acuífero La Sierra es alimentado tanto por infiltración vertical como por flujo subterráneo, se ha estimado que de acuerdo a los cálculos efectuados se tiene una entrada de **771.9** Mm<sup>3</sup>/año.

#### **7.1.1 Recarga inducida (Ri)**

A la fecha no se realizan acciones para llevar a cabo una recarga inducida en el acuífero en cuestión.

### **7.1.2 Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh)**

Al no contar con información y para efectos de dicho balance, no se ha considerado la entrada por flujo subterráneo, ya que no ha sido posible cuantificar las entradas por flujo horizontal provenientes de otros mantos acuíferos (Estado de Chiapas).

## **7.2 Salidas**

### **7.2.1 Evapotranspiración (ETR)**

Para el análisis de las salidas se considera tanto evapotranspiración como evaporación con un total de **442.50** Mm<sup>3</sup>/año.

### **7.2.2 Descargas naturales**

En las descargas naturales se estimaron los volúmenes de agua aportados por el manto acuífero a las distintas corrientes, calculando un total de **119.00** Mm<sup>3</sup>/año.

### **7.2.3 Bombeo (B)**

Para las salidas por extracción mediante aprovechamientos, se ha cuantificado un volumen de **13.80** Mm<sup>3</sup>/año, haciendo hincapié que dicho volumen corresponde a los usuarios que ya se encuentran regularizados (titulados y en trámite).

### **7.2.4 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)**

En virtud que aún no se cuenta con la red piezométrica, no se consideraron las salidas mediante flujo subterráneo.

## **7.3 Cambio de almacenamiento $\Delta V(S)$**

Efectuando el balance de aguas subterráneas, de acuerdo con las consideraciones ya señaladas, así como los datos anteriormente citados, se determina un cambio de almacenamiento de **196.6** Mm<sup>3</sup>/año.

## **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 que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **771.9 hm<sup>3</sup>/año**, todos ellos son de recarga natural.

### 8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para este caso, su valor es de **132.8 hm<sup>3</sup> anuales**, que corresponde a las salidas que presenta el acuífero.

### 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 (REPGA), 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 **61,690,682 m<sup>3</sup> 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= \text{R} - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 771.9 - 132.8 - 61.690682 \\ \text{DMA} &= 577.409318 \text{ hm}^3/\text{año}. \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **577,409,318 m<sup>3</sup> anuales**.