

SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO CUAJINICUILAPA (1235) ESTADO DE
GUERRERO**

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.	5
3	FISIOGRAFÍA.....	5
3.1	Clima.....	5
3.2	Hidrografía.....	5
4	GEOLOGÍA.....	6
4.1	Estratigrafía.....	6
5	HIDROGEOLOGÍA.....	7
5.1	Tipo de acuífero.....	8
5.2	Comportamiento hidráulico.....	8
5.2.1	Profundidad del nivel estático.....	8
5.2.2	Elevación del nivel estático.....	9
5.2.3	Evolución del nivel estático.....	10
6	CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA.....	11
7	BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	11
7.1	Entradas.....	12
7.1.1	Recarga inducida (Ri).....	13
7.1.2	Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh).....	13
7.2	Salidas.....	13
7.2.1	Extracción por bombeo (B).....	13
7.2.2	Evapotranspiración (ETR).....	13
7.2.3	Descarga por flujo base (fb).....	13
7.3	Cambio de subterráneas almacenamiento (ΔVS).....	14
8	DISPONIBILIDAD.....	14
8.1	Recarga total media anual (R).....	14
8.2	Descarga natural comprometida (DNC).....	15
8.3	Volumen de extracción de aguas (VEAS).....	15
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 Cuajinicuilapa, definido con la clave 1235 por la Comisión Nacional del Agua se localiza en el extremo Sudoriental del Estado de Guerrero a 170 kilómetros en línea recta y al sureste de Chilpancingo. La zona abarca un área de 1,800 km², y corresponde a la porción baja de la planicie costera de la cuenca de los ríos Grande y Cortijos (figura1).

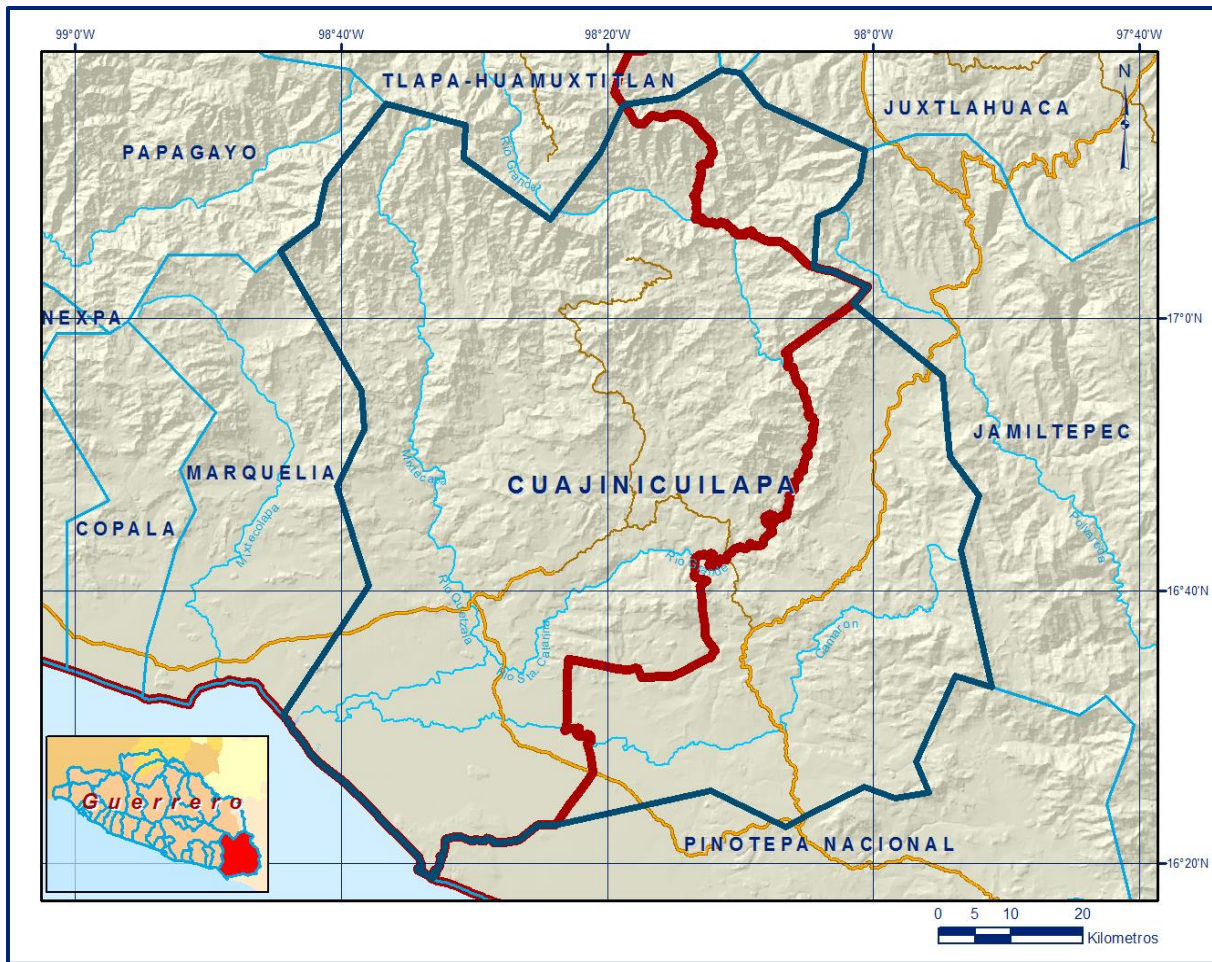


Figura 1. Localización del acuífero

Los límites de esta zona son: al suroeste por el Océano Pacífico, al sureste por el límite estatal entre los estados de Guerrero y Oaxaca, y al norte por el macizo montañoso de Guerrero.

El área de estudio se encuentra comunicada por vía terrestre mediante la carretera federal No. 200 que comunica Acapulco, Guerrero con diversas poblaciones del estado de Oaxaca a lo largo de la costa. Esta carretera entra a la zona de trabajo por el poblado de Juchitán para proseguir a San Juan de los Llanos y Cuajinicuilapa, para salir del área rumbo a Pinotepa Nacional. El aeropuerto internacional del Puerto de Acapulco, se encuentra a 200 kilómetros

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

Tabla 1. Coordenadas de los vértices que integran la poligonal del área de recarga del acuífero.

ACUIFERO 1235 CUAJINICUILAPA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	44	20.2	16	30	53.8	
2	98	37	53.7	16	40	25.2	
3	98	40	17.2	16	47	42.6	
4	98	38	15.6	16	51	52.6	
5	98	38	25.2	16	54	39.0	
6	98	44	31.4	17	4	56.5	
7	98	41	49.5	17	6	58.5	
8	98	41	8.3	17	10	6.1	
9	98	36	35.9	17	15	46.9	
10	98	30	37.7	17	14	13.6	
11	98	30	46.2	17	11	49.2	
12	98	24	15.9	17	7	16.9	
13	98	20	31.3	17	12	11.0	
14	98	18	47.3	17	15	43.0	
15	98	14	51.4	17	16	16.8	
16	98	11	28.6	17	18	13.3	
17	98	10	0.3	17	18	0.7	
18	98	8	10.7	17	15	44.7	
19	98	0	38.1	17	12	23.1	
20	98	1	0.6	17	10	6.2	
21	98	2	34.4	17	8	9.8	
22	98	4	11.6	17	7	29.5	
23	98	4	28.3	17	3	47.3	DEL 23 AL 24 POR EL LIMITE ESTATAL
24	98	1	29.8	17	1	6.1	
25	97	54	47.2	16	55	45.6	
26	97	54	14.6	16	49	53.7	
27	97	52	4.1	16	46	59.0	
28	97	53	25.6	16	43	1.3	
29	97	51	7.3	16	32	55.1	
30	97	53	48.9	16	33	47.0	
31	97	56	45.8	16	27	28.4	
32	97	55	51.0	16	25	11.5	
33	97	58	19.7	16	24	45.5	
34	98	0	39.4	16	25	35.8	
35	98	4	48.8	16	23	38.8	
36	98	6	32.8	16	22	41.2	
37	98	12	13.0	16	25	19.5	
38	98	23	53.7	16	22	49.8	DEL 38 AL 39 POR EL LIMITE ESTATAL
39	98	33	9.8	16	18	53.5	DEL 39 AL 1 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	98	44	20.2	16	30	53.8	

1.2 Situación administrativa del acuífero

El área de este acuífero forma parte del Municipio de Cuajinicuilapa, donde además de la cabecera municipal ubicada en el área, se encuentran poblados y rancherías dentro de ella como lo son San Juan de los Llanos, Juchitán, Huehuetlán, El terreno, Banco de Oro, Miguel Alemán, Maldonado, Colonia Guadalupe, y San Nicolás.

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

2 ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

Para este acuífero solo se dispone del **“Estudio Geohidrológico preliminar de la Zona de Cuajinicuilapa, estado de Guerrero”**, realizado en el año de 1981.

3 FISIOGRAFÍA

3.1 Clima

El clima de la zona es en general cálido. Existen dos subtipos de clima, el primero identificado por las claves AW, (u) ig, que cubre toda la franja costera hasta el poblado de Cuajinicuilapa y el segundo identificado por las claves AWO, (u) ig, correspondiente a las partes altas. Los dos subtipos de clima se distinguen por el grado de humedad, donde en el primero es mayor ésta. Para el análisis de temperaturas se cuenta en la zona con cuatro estaciones climatológicas y cinco estaciones ubicadas en áreas colindantes.

La temperatura media anual máxima es superior a los 22° C y la del mes más frío mayor a los 18° C. De los datos de las estaciones climatológicas de la zona, se tiene que la época de estiaje en la zona corresponde a los meses de noviembre a mayo y la temporada de lluvias ocurre en el periodo de junio a septiembre. La precipitación media anual se calculó para esta zona de **1,240 mm**, con máximos de 1,700 mm y mínimos de 1,000 mm.

De los datos de las estaciones climatológicas y para el periodo 1982-1980, se obtuvo la evaporación potencial media anual, de **1,879.7 mm**. La máxima de 2,025 mm en la estación San Luis Acatlán, y la mínima de 1,685.2 mm en la estación Xochistlahuaca.

3.2 Hidrografía

Los ríos que cruzan el valle de Cuajinicuilapa, Guerrero pertenecen a la región hidrológica RH-20. Esta región hidrológica incluye, en su totalidad corrientes que reconocen el Océano Pacífico, no existiendo dentro de ella cuencas cerradas. Los ríos que drenan la cuenca son el Ometepepec (ó Grande) que desemboca al Océano Pacífico con una aportación de 15 m³/s, con sus afluentes de Santa Catarina con 8 m³/s, el Quetzala con 6 m³/s y el Cortijos con 1 m³/s. Estos ríos tienen un área total de cuenca de 7,253 km².

Este acuífero pertenece a la Región Hidrológica RH-20 Cuenca. Este acuífero se encuentra localizado en la parte baja de la cuenca del Río Ometepec, localizado a su vez en la región hidrológica RH - 20.

Como parte de la infraestructura hidráulica existente se encuentra el “Distrito de Riego del Río Ometepec”, que en el año de 1981, del último estudio, aún no estaba en operación.

Este distrito de riego se alimentará de la presa derivadora Cuajinicuilapa, para regar un total de 31,136 ha y consta de tres etapas: la primera, de 6,136 ha en la margen izquierda del Río Cortijos; la segunda, de 14,940 ha en la margen izquierda del Río Ometepec; y la tercera de 10,800 ha distribuidas en varias secciones de sobre las márgenes del Río Cortijos.

4 GEOLOGÍA

4.1 Estratigrafía

Para la determinación de la estratigrafía de la zona de Cuajinicuilapa, se cuenta con 15 sondeos eléctricos verticales (SEV's) de los cuales, nueve conformaron la sección geoelectrica No. I y seis conformaron la sección geoelectrica II. Dichos sondeos se realizaron en 1981.

La sección I tiene una longitud de 7.3 km, con orientación Norte-Sur, formada por 9 sondeos espaciados 1 kilómetro aproximadamente y la sección II tiene una longitud de 4 km aproximadamente con orientación sensible de Este-Oeste y conformada por 6 sondeos. Como resultado de estos sondeos se elaboraron las dos secciones geoelectricas formadas de las siguientes unidades geoelectricas:

Tabla 2. Interpretación de la primera sección geoelectrica.

Unidad	Resistividad	Espesor	Correlación
No	(Ohms. M)	(m)	(descripción)
1	13 - 263	2 - 8	Capa de suelo superficial alterada. Aluviones gruesos y finos.
2	24 - 154	30	Aluviones gruesos. Gravas y arenas de buena permeabilidad.
3	240 - 539	11	Roca semicompacta de buena permeabilidad.
4	900 - 3024	Indef.	Basamento. Roca intrusiva impermeable.

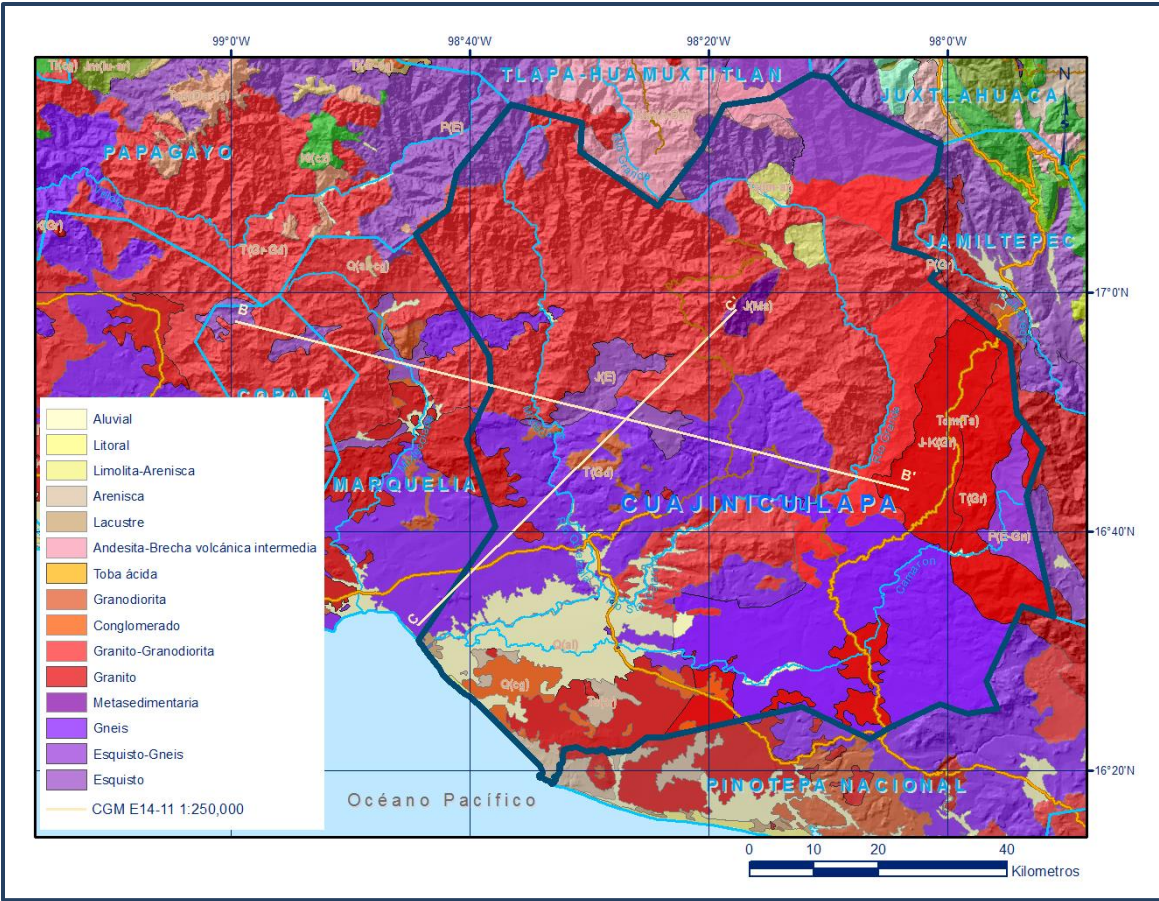


Figura 2 Geología general del acuífero

Tabla 3. Interpretación de la segunda sección geoelectrica.

Unidad	Resistividad	Espesor	Correlación
No	(Ohms. M)	(m)	(descripción)
1	25 - 1200	6	Capa de suelo superficial. Aluviones de diferentes tamaños y grados de compacidad.
2	40 - 75	20 - 115	Aluviones gruesos. Gravas y arenas de buena permeabilidad.
3	246 - 470	100 - 350	Roca semicompacta impermeable.
4	1000 - 2350	Indef.	Basamento. Roca intrusiva impermeable.

5 HIDROGEOLOGÍA

La hidrología subterránea de esta zona está definida por las características de permeabilidad y porosidad de los materiales que forman las tres capas existentes que constituyen en sí, al acuífero.

El acuífero principal del valle, está constituido por materiales granulares de la planicie costera que presentan espesores del orden de 50 metros detectado mediante perforaciones y sondeos geofísicos.

Los materiales granulares que forman la planicie, presentan permeabilidad variable, de acuerdo a su granulometría, la cual puede considerarse como de media y alta.

Las sierras están constituidas por un complejo ígneo metamórfico, el cual se comporta como impermeable al flujo subterráneo, ocurriendo la recarga del acuífero entre el contacto de los materiales granulares con los afloramientos de las rocas ígneas que limitan el valle, por la infiltración de los cauces y la infiltración de la lluvia en el valle.

En diferentes pruebas de bombeo efectuadas en la zona de este acuífero, se obtuvieron los siguientes coeficientes de transmisividad.

La transmisividad obtenida en cuatro norias con un rango de profundidad de 5.5 a 15.0 m, con etapas de bombeo de 1 a 5 horas y con etapa de recuperación de 1 a 10 horas, se obtuvieron coeficientes que variaron desde 0.57 hasta $22.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. La prueba de bombeo realizada en un pozo de 29.5 m de profundidad se obtuvo un valor de transmisividad de $5.07 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

5.1 Tipo de acuífero

El acuífero en general es de **tipo libre**

5.2 Comportamiento hidráulico

5.2.1 Profundidad del nivel estático

Las profundidades del nivel estático, referidas al nivel del terreno natural varían en el valle desde 1 m hasta 5 m. Las profundidades máximas se alcanzan en el centro del valle, en el poblado de Miguel Alemán, manteniéndose esta profundidad al noroeste del poblado de Cuajinicuilapa y en los poblados de Maldonado, Buenos Aires, y al norte de El Cerrito.

Las profundidades mínimas, en general se presentan en las proximidades de los ríos, exceptuando en el poblado de Tierra Colorada que está en las proximidades de la costa.

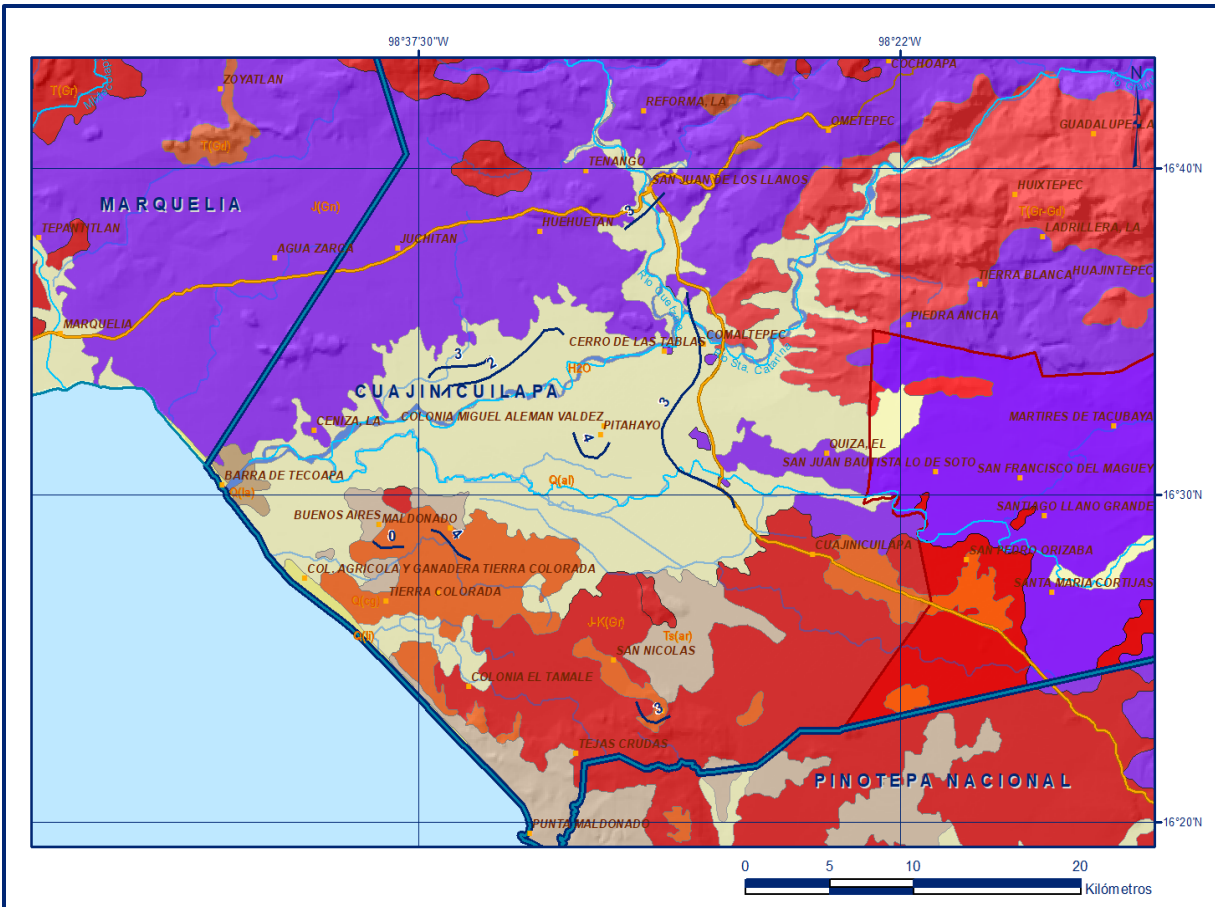


Figura 3. Profundidad al nivel estático en m (enero 1982)

5.2.2 Elevación del nivel estático

Las elevaciones del nivel estático, referidas al nivel del mar son las que se describen a continuación. Al norte del valle y a la altura de la localidad de San Juan de los Llanos se tiene una elevación del nivel estático de 20.0 msnm, el cual decrece hacia el sur en la confluencia con el río Santa Catarina donde se tiene un valor de 15.0 msnm, punto en el que cambia de dirección el flujo subterráneo hacia el oeste siguiendo la dirección del río Grande donde a la altura del poblado de El Cerrito, dicho nivel alcanza una elevación de 5.0 msnm (figura 4).

En la parte oriental del valle se tiene que a la altura del poblado de Cuajinicuilapa, la elevación del nivel estático llega a 22.0 msnm y desciende hasta 9.0 msnm hacia el oeste, a la altura de la ranchería Amador.

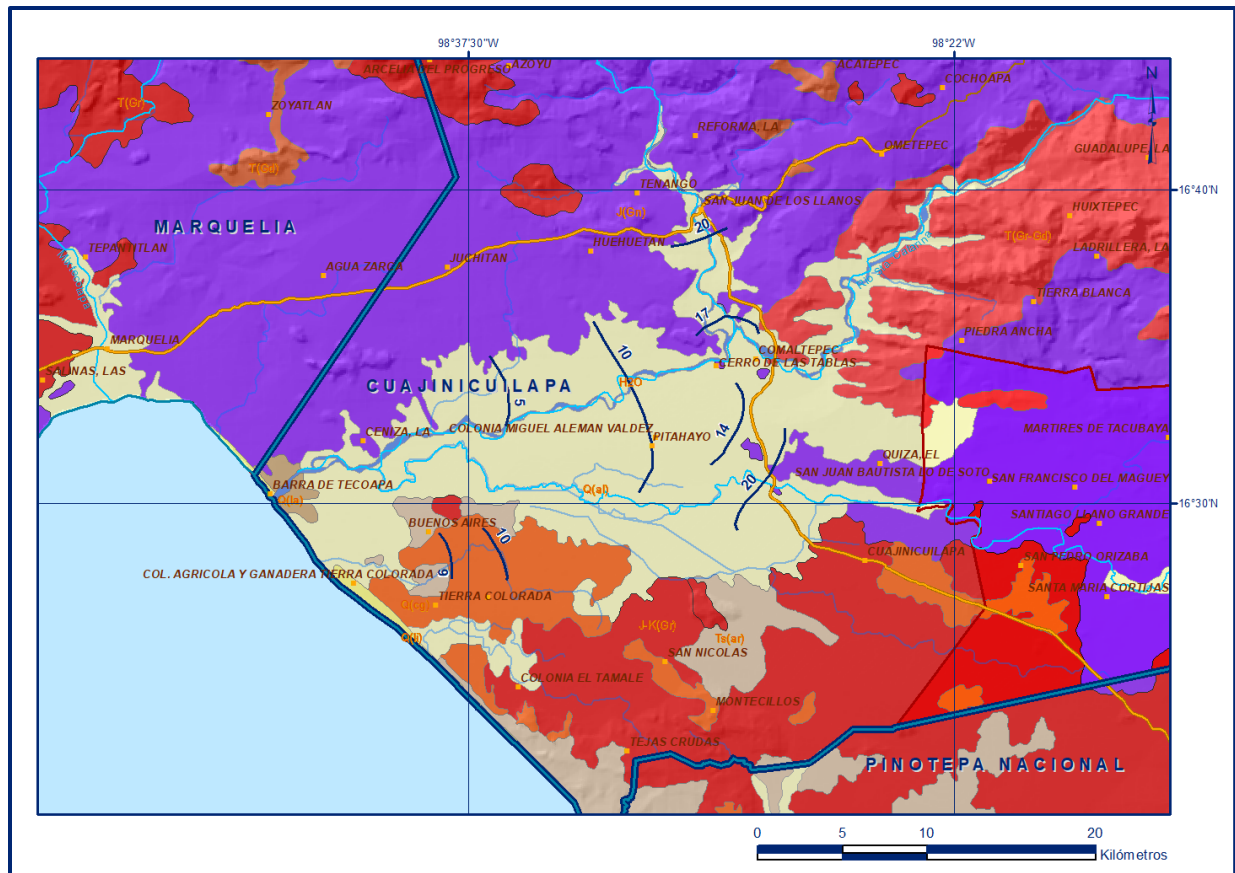


Figura 4. Elevación del nivel estático en msnm (enero 1982)

Los gradientes hidráulicos presentados son los siguientes:

Norte del Valle sobre el Río Quetzala: 0.85×10^{-3}

Hacia el centro sobre el Río Grande: 1.23×10^{-3}

Porción oriental, sobre el Río Cortijos: 0.76×10^{-3}

5.2.3 Evolución del nivel estático

Se realizaron configuraciones de la evolución del nivel estático para los periodos de junio 1981- noviembre 1981 y de noviembre 1981 – enero 1982.

Los máximos abatimientos registrados en el periodo oscilan entre -0.5 m y -2.0 m, registrándose los máximos en el poblado de Miguel Alemán que es donde se concentran los aprovechamientos, así también, al norte del poblado de El Cerrito, al noroeste de Cuajinicuilapa, y al sur de Vista Hermosa.

El valor mínimo de -0.5 m, se registró en el poblado de Maldonado.

6 CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

En lo que respecta a los aprovechamientos hidráulicos, se tiene los siguientes datos provenientes del “Estudio Geohidrológico preliminar en la Zona de Cuajinicuilapa, Estado de Guerrero”, de 1981:

Tabla 4. Aprovechamientos de agua subterránea en 1981.

APROVECHAMIENTO	CANTIDAD	hm³ / año
Pozos	36	1.30
Norias	37	0.80
Manantiales	5	0.80
Total	78	2.90

Con los cuales se extraen los siguientes volúmenes por uso:

Tabla 5. Volúmenes de consumo por uso, año 1981.

USO	hm³ / año
Agrícola	0.800
Doméstico	2.100
Abrevadero	0.015
Total	2.915

De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua al 15 de octubre del año 2000, se identificaron 158 captaciones.

7 BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de masa hidráulica es como sigue:

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

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 hidrológica, representada como sigue:

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

Desglosando los términos de esta ecuación, la segunda ecuación queda como sigue:

$$[E_h + I_1 (\text{Vol. De lluvia}) + I_2 (\text{Uso público urbano}) + I_3 (\text{Uso agrícola + otros})] -$$

$$[Sh + Q_{\text{base}} + \text{Manantiales} + \text{Evapotranspiración} + \text{Extracción}] = V_d S = \Delta A \dots\dots (3)$$

7.1 Entradas

La recarga total está constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua en las actividades humanas, tanto de origen superficial como subterránea.

Recarga natural

La recarga natural del acuífero corresponde básicamente a los volúmenes infiltrados por agua de lluvia y recarga horizontal proveniente de las zonas de recarga.

Aun cuando no existe antecedente para cuantificar en forma precisa la magnitud de la infiltración de precipitación pluvial, dado un criterio conservador con un coeficiente de infiltración del 5%, ante una superficie de captación de 10,000 ha (ligeramente superior a la reportada para fines de riego en la margen izquierda del río vecino al poblado) y una lámina promedio anual de lluvia de 1.2 m; la recarga por este medio sería de:

$$10,000 \text{ ha} \times 1.2 \text{ m} \times 5\% = \mathbf{6 \text{ hm}^3 / \text{año}}$$

Resta tomar en cuenta la infiltración que ocurre en el cauce del río Cortijos, de magnitud desconocida, pero que seguramente incrementa el valor de la recarga por infiltración pluvial.

Sin embargo, dada la presencia de importantes ríos en los alrededores del acuífero, la recarga natural potencial estimada por la Gerencia Estatal, asciende a **180 Mm³ / año** en promedio.

7.1.1 Recarga inducida (Ri)

La recarga inducida está provocada por la existencia del Distrito de Riego del Río Ometepepec.

Los órdenes de magnitud de los volúmenes suministrados para riego mediante la presa Cuajinicuilapa, según las condiciones de proyecto descritas, corresponden al riego de 6,000 ha, ubicadas en la margen derecha del río Cortijos (sobre el área del acuífero) que, al considerar una lámina anual de 1 m, representan un total de 60 hm³.

Con un criterio conservador, la infiltración dada por el riego por gravedad, ascendería a un 10%, equivalente a **6 hm³** por concepto de recarga inducida.

7.1.2 Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh)

Se puede decir que en general, la zona principal de alimentación de los acuíferos se localiza en el sur, desde las partes altas de la planicie, donde se desarrollan los ríos Santa Catarina, Quetzala y Cortijo, motivando un flujo subterráneo con rumbo franco al sur y hacia el litoral del Océano Pacífico; pero se carece de un análisis cuantitativo que precise la magnitud de cada una de estas aportaciones.

7.2 Salidas

7.2.1 Extracción por bombeo (B)

En el “Estudio Geohidrológico preliminar en la Zona de Cuajinicuilapa, Estado de Guerrero”, de 1981 se consigna que de los aprovechamientos de agua subterránea existentes el 72% son para uso doméstico, extraía un volumen anual de 2.915 hm³. Se estima que el volumen total de extracción por uso Agrícola y Domestico es aproximadamente **150 hm³**.

7.2.2 Evapotranspiración (ETR)

Por las características geohidrológicas de la zona, se puede concluir que una pequeña parte de la descarga del acuífero, ocurre mediante la evaporación de los niveles freáticos que se encuentran a reducida profundidad.

7.2.3 Descarga por flujo base (fb)

La principal descarga en estos acuíferos la constituyen los ríos Quetzala, Santa Catarina y Cortijos, que atraviesan el valle, al unirse finalmente al Río Ometepepec que descarga al Océano Pacífico.

En el “Estudio Geohidrológico preliminar en la Zona de Cuajinicuilapa, Estado de Guerrero”, de 1981 (Aún no entraba en operación el Distrito de Riego) se consigna que en época de estiaje el Río Ometepepec totalizaba un volumen de descarga de 789 hm³. A nivel local, la Gerencia Regional ha determinado que la descarga natural del acuífero, asciende a **30 hm³ / año**.

7.3 Cambio de almacenamiento (ΔV_S)

No se dispone de información a este respecto; pero ante la observancia de elementos de recarga con magnitudes históricas superiores a la descarga por extracciones; se deduce que el equilibrio hidrodinámico tiende a un cambio de almacenamiento **nulo** en el acuífero.

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, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero del Valle de Cuajinicuilapa, es de **180.0 hm³ /año**.

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante la 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 de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes.

Para el acuífero de Cuajinicuilapa, con base en registros de la Gerencia Regional y estudios previos, se determinó que la magnitud de la descarga natural comprometida, asciende a **30.0 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 (REPDa), 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 **38,443,148 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.

$$\begin{aligned}\text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 180.0 - 30.0 - 38.443148 \\ \text{DMA} &= 111.556852 \text{ hm}^3/\text{año}.\end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **111,556,852 m³ anuales**.