



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO ARMERÍA – TECOMÁN - PERIQUILLOS
(0603), ESTADO DE COLIMA**

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 Provincia Fisiográfica.....	5
3.2 Clima	6
3.3 Hidrografía.....	8
3.4 Geomorfología.....	9
4. GEOLOGÍA.....	9
5. HIDROGEOLOGÍA.....	11
5.1 Tipo de acuífero.....	11
5.2 Parámetros hidráulicos	12
5.3 Piezometría.....	12
5.4 Comportamiento hidráulico.....	14
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA	15
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	15
7.1 Evapotranspiración media anual.....	16
8. DISPONIBILIDAD	17
8.1 Recarga total media anual (R).....	17
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	17
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	17
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	18
9. BIBLIOGRAFÍA	19

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 Armería-Tecomán-Periquillos, definido con la clave 0603 por la Comisión Nacional del Agua, entre las coordenadas 18°40' y 19°18' de latitud norte, 103°41' y 104°08' de longitud oeste, tiene una extensión superficial de 450.90 km² y un área incluida su zona de recarga (Zona Geohidrológica) de 1,311 km²; (GAS) se ubica en la zona costera de los municipios de Armería y Tecomán, colindando con el acuífero Los Reyes al occidente y con el Río Coahuayana al oriente y la Zona Costera al sur. La Zona Geohidrológica del acuífero se encuentra ubicada en los municipios de Armería y Tecomán; dentro de las principales poblaciones se encuentran Armería, Cofradía de Juárez, Caleras, Madrid, Tecomán y Cerro de Ortega y su principal actividad es la Agricultura, Comercio y Servicios. (Sinopsis Geohidrológica).

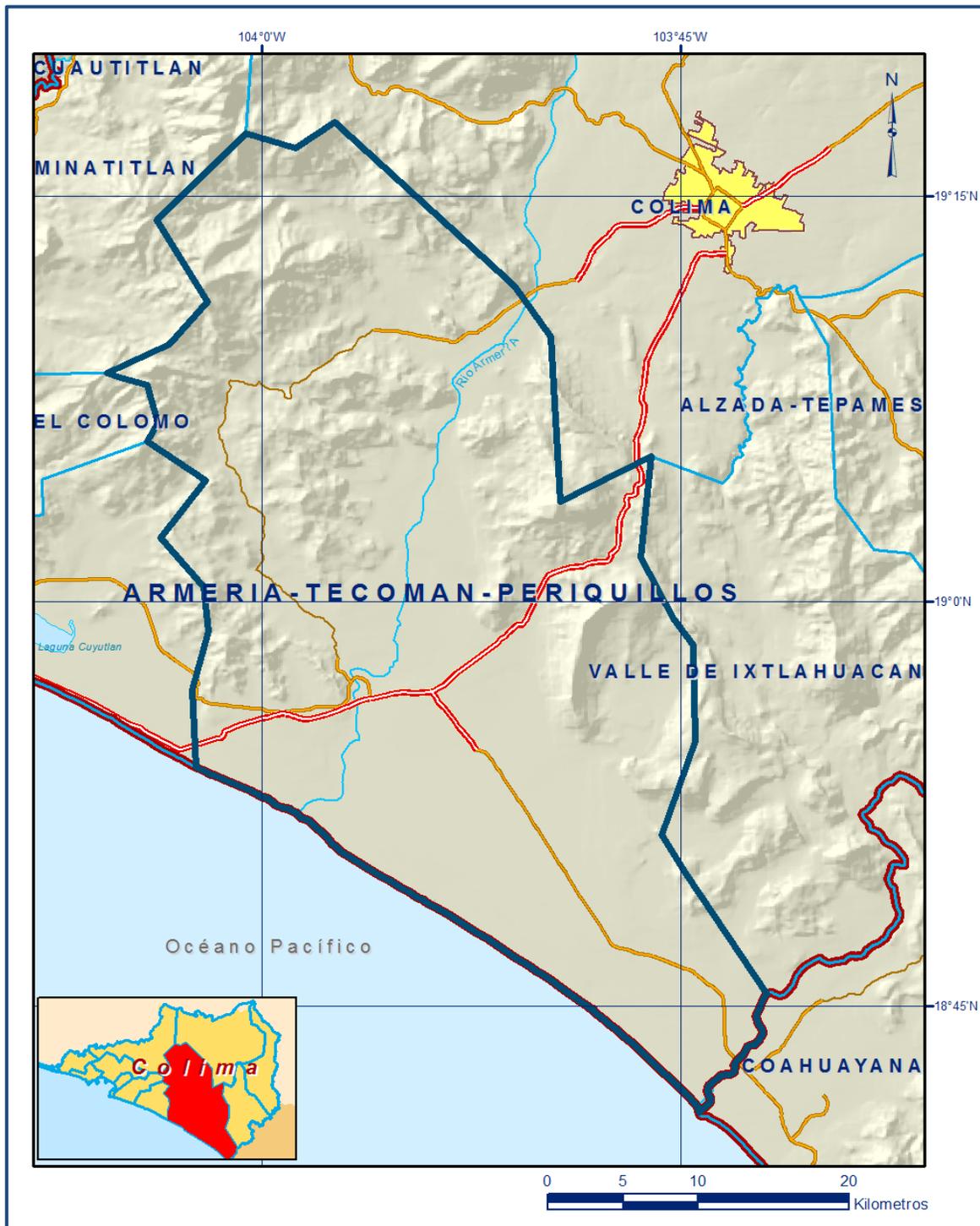


Figura 1. Localización del acuífero

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

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 0603 ARMERIA-TECOMAN-PERIKUILLOS							OBSERVACIONES
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	104	0	35.5	19	17	21.5	
2	103	58	49.8	19	16	48.6	
3	103	57	25.0	19	17	45.2	
4	103	50	57.9	19	11	41.8	
5	103	49	39.7	19	9	47.2	
6	103	49	18.7	19	3	42.7	
7	103	46	3.1	19	5	22.9	
8	103	46	26.6	19	1	38.9	
9	103	45	17.1	18	59	22.0	
10	103	44	33.3	18	58	24.1	
11	103	44	29.8	18	54	48.4	
12	103	45	41.3	18	51	20.9	
13	103	44	46.7	18	49	53.0	
14	103	41	55.0	18	45	27.5	
15	103	44	21.4	18	41	4.9	DEL 15 AL 16 POR LA LINEA DE BAJ AMAR A LO LARGO DE LA COSTA
16	104	2	22.0	18	53	52.0	
17	104	2	30.8	18	56	44.6	
18	104	1	55.3	18	58	53.8	
19	104	2	6.0	19	0	32.8	
20	104	3	39.7	19	2	20.8	
21	104	2	2.6	19	4	28.7	
22	104	4	7.4	19	5	55.4	
23	104	3	45.7	19	6	37.7	
24	104	4	8.4	19	8	1.1	
25	104	5	34.9	19	8	26.9	
26	104	3	21.3	19	9	31.2	
27	104	1	58.9	19	11	5.6	
28	104	3	46.4	19	14	7.5	
1	104	0	35.5	19	17	21.5	

1.2 Situación Administrativa del acuífero

Actualmente se tienen dos Decretos de Veda de Aguas del Subsuelo, la Primera: Publicada el 20 de agosto de 1973 y que comprende la Costa de Colima, cuya extensión y límites geopolíticos corresponden a los Municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán, del estado de Colima. El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona.

La Segunda Veda: Publicada el 21 de septiembre de 1984 y que comprende la Zona que no fue incluida en la Veda Impuesta por el ordenamiento Presidencial Publicada en 20 de agosto de 1973, cuya extensión y límites geopolíticos, corresponden a los Municipios de: Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Minatitlán y Villa de Alvarez. El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona.

Como hasta ahora (1990) la disponibilidad de agua sigue siendo, en términos generales, mayor que su demanda, las vedas referidas no se aplican todavía para limitar la construcción de captaciones sino más bien para cuidar que la explotación de los acuíferos progrese en forma ordenada, tomando en cuenta la magnitud y distribución de su volumen renovable y respetando las restricciones naturales de los acuíferos costeros. (Sinopsis Geohidrológica).

Zonas de Disponibilidad

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2.

Distritos y Unidades de Riego

De acuerdo con el Padrón de Unidades de Riego por bombeo existen 517 Unidades.

Usuarios mayores de Agua Subterránea

Los tres principales Usuarios, en este acuífero son: El organismo operador denominado COMAPAT para uso Público Urbano, las Unidades de Riego Y uso Industrial.

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

Los Estudios que se han realizado en la Zona son: Estudio Geohidrológico Preliminar en los Valles de Tecomán y Manzanillo, Col; Hidrotec, S.A. (diciembre de 1974), Estudio Fotogeológico en la zona de Tecomán-Armería, Geohidromin (diciembre de 1981) y Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima (diciembre de 1990).

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia Fisiográfica

La Zona Geohidrológica de Armería-Tecomán-Periquillos, se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica denominada: Sierra Madre del Sur, cuyo drenaje principal lo constituyen las corrientes que fluyen de la Sierra hacia el Mar. Esta Provincia se caracteriza por tener un relieve variado que incluye Sierras, Valles y Llanuras Costeras. Las Sierras están ampliamente distribuidas en toda la Provincia y alcanzan elevaciones desde 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), en la porción Centro-Occidental hasta más de 2,400 msnm, en la Nor-Occidental la Red de Drenaje está compuesta por cauces poco profundos en forma de V con pendiente pronunciada en las montañas y suave en los lomeríos.

Los Valles se encuentran en las partes bajas de las cuencas son estrechos y tienen drenaje paralelo, con Arroyos de poca pendiente las llanuras están diseminadas en la faja Costera, separadas por cadenas montañosas que desde las Sierras se extienden hasta el Litoral; la más amplia de ellas se encuentra en la porción sur del estado. (Sinopsis Geohidrológica).

Las corrientes superficiales de esta provincia desembocan en el océano pacífico, siendo las principales los ríos Cihuatlán (Marabasco), Coahuayana (Naranja), Armería y Salado. Existen, además, varios cuerpos de agua superficial dispersos en la planicie costera, entre los cuales destacan: los lagos “Ámela” y “Alcuzahue” y los esteros “Potrero Grande”, “Palo verde” y “Chupadero”. (Sinopsis Geohidrológica).

3.2 Clima

En la mayor parte de la entidad el clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano, a excepción de los municipios de Tecomán y Armería que pertenecen al tipo de semiseco muy cálido y cálido. En la porción sur de las regiones #15 y 16 correspondiente al estado cuentan con pequeñas áreas de clima bs1(h') con clima semiseco, muy cálido la parte norte tanto de la cuenca del río Coahuayana como del río Armería se localizan áreas con clima ac(w), semicálido subhúmedo, así como pequeñas áreas en la parte norte de la cuenca del río Coahuayana con clima c(e)w semifrío subhúmedo. (Hidrología y Climatología Colima). Tabla 2.

Las lluvias se concentran en los meses de verano, junio-noviembre, época en la que también ocurren con cierta frecuencia perturbaciones ciclónicas provenientes del Océano Pacífico, que al internarse al estado y a entidades vecinas provocan lluvias torrenciales que causan algunos destrozos en la región, por lo que del mes de diciembre a mayo se considera el periodo de estiaje.

Tabla 2. Climatología del estado de Colima

CLIMA	SÍMBOLO	% DEL ESTADO
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A (W)	78.8
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	AC (W)	7.8
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C (W)	2.0
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C (E) (W)	0.6
Semiseco muy cálido y cálido	BS (h)	10.8

Fuente: C.G.S.N.E.G.I. Cartas de Colima

Temperatura media anual

Por lo que se refiere a las temperaturas medias en la cuenca del río Armería el valor medio de la temperatura es de 26.6° C, teniendo a nivel estado una temperatura media anual de 25.9° C.

Se observa en los registros que se presentó una máxima en 1947 de 44.5° C en la población de Callejones en la cuenca del río Coahuayana, así como una mínima de 1° C en la población El Terrero y Minatitlán, pertenecientes a la cuenca del río Armería y Cihuatlán respectivamente. (Hidrología y Climatología Colima).

Precipitación media anual

La precipitación anual promedio en el estado es de 1,026.42 mm, equivalente a un volumen de 5,599 hm³, la máxima una lámina de 1,668 mm lo que representa un volumen de 9,099 hm³ y la lámina mínima de 665 mm lo que da un volumen de 3,628 hm³ anuales.

En la información de las estaciones climatológicas se observan las precipitaciones entre 700 mm en la zona costera hasta 1,400 mm en la parte alta del estado y la precipitación máxima en 24 horas se presentó en 1999 y fue en el área de la Derivadora de Jala localizada dentro de la cuenca del río Armería, siendo de 400.1 mm. (Hidrología y Climatología Colima).

La temporada de lluvias ocurre en los meses de junio a octubre en los que se presenta el 88% de la precipitación, el 7% de enero a mayo y el 5% restante de noviembre a diciembre, con períodos de transición de lluvias irregulares y dispersas, su distribución espacial en el estado es el 42% del volumen precipitado en la cuenca del río Armería, el 38% en la cuenca del río Marabasco o Cihuatlán y el 20% restante en la cuenca del río Coahuayana, teniendo ocasionalmente lluvias en invierno. (Hidrología y Climatología Colima).

La precipitación media anual ocurridas en la cuenca del río Armería fue de 897.0 mm la mínima de 580.4 mm y la máxima de 1411.1 mm de lámina y un volumen medio de 1,652 hm³ 2,598 máximo y 1,068 mínimo. (Hidrología y Climatología Colima).

3.3 Hidrografía

El estado de Colima se encuentra ocupando parcialmente la Región Hidrológica # 15, denominada Costa de Jalisco, y la Región Hidrológica # 16, Ríos Armería – Coahuayana.

Dentro de la primera ocupa parte de la cuenca Chacala – Purificación, y dentro de ésta queda comprendida el total de la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán; dentro de la segunda se ocupa en forma parcial las cuencas de los ríos Armería y Coahuayana, subcuencas del río Armería, río Coahuayana y Lagunas de Alcuzahue y Amela respectivamente. (Hidrología y Climatología Colima). La Zona Geohidrológica de Armería-Tecomán-Periquillos, está comprendida en la Región Hidrológica número 16, denominada Armería-Coahuayana.

Cuenca

Se ubica en la Cuenca denominada: Río Armería. Formado por la unión de varios arroyos en la porción sur de Jalisco, el río Armería corre alternadamente hacia el sur y suroeste; recibe los nombres de “Ayutla” y de “Ayuquila”, en esa entidad; se interna en territorio de Colima, ya con el nombre de “Armería”; transita por el borde occidental del valle donde está asentada la ciudad capital; ingresa a la planicie costera y, finalmente, desemboca al Océano Pacífico.

Sus afluentes principales son los ríos Colima, Comala y San Palmar (Algodonal): el primero es originado por manantiales en las faldas del Volcán de Fuego, corre de noreste a suroeste, cruza la ciudad de Colima y se une al Armería en el borde superior de la planicie costera; el segundo, también formado por manantiales en la misma área, corre hacia el suroeste y confluye con el río Colima aguas abajo de la ciudad de mismo nombre; el tercero es originado por las descargas de un manantial que brota en las faldas de la sierra Perote, en la porción noroccidental del estado, se dirige hacia el sureste y confluye con el Armería en el borde sur de valle de Colima.

Su cuenca tiene una extensión superficial de 9,800 km², correspondiendo el 19% de ella a territorio colimense, y su escurrimiento medio anual fue de 1,067 hm³ en la estación “Peñitas” durante el intervalo 1967-87. El régimen de escurrimiento del río Armería varía a lo largo de su curso. Entre las estaciones hidrométricas “Peñitas” y “Jala”, es intermitente a pesar de que recibe excedentes de riego y aportaciones del manantial “Nahualapa”.

Aguas abajo de la estación “Jala”, es permanente por el retorno de los excedentes y las descargas de varios tributos: el río Colima que, a su vez recibe la descarga comprendida para uso agrícola del manantial “Los Ameales”; el arroyo “El Chino”, que le descarga hasta 2 m³/seg durante el estiaje, y el arroyo Charco verde, que le aporta un caudal medio de 1 m³/seg. En su tramo inferior aguas abajo de la estación “Colimán”, el río recibe además descargas del acuífero y retornos de riego. (Sinopsis Geohidrológica).

3.4 Geomorfología

Localmente se distinguen dos Expresiones Fisiográficas: La Región Montañosa y la Región Costera, en ésta última los agentes erosivos, han modelado el paisaje de cinco cuencas abiertas, de las cuales una de ellas es el acuífero: Armería-Tecomán-Periquillos, el drenaje de la Cuenca es hacia el Océano Pacífico. Las fronteras laterales al flujo del agua subterránea coinciden con los contactos entre los sedimentos fluviales y las rocas impermeables que bordean el valle. La principal recarga del acuífero proviene de la infiltración de: los escurrimientos que bordean el valle, de la precipitación pluvial del valle, de los volúmenes de agua superficial utilizada para riego y de la posible infiltración en el propio cauce del arroyo periquillos, del Río Armería y de los canales principales del distrito de riego.

4. GEOLOGÍA

En el estado de Colima se encuentran rocas que se originaron entre el Paleozoico al Reciente. Las rocas más antiguas son esquistos formados hace más de 245 millones de años (m.a.), que afloran en la porción occidental de la entidad. A estos sobreyace una potente secuencia de rocas sedimentarias, cuyos afloramientos están diseminados en toda la entidad, compuesta en sus 2,500 m inferiores por arcillas y lutitas carbonosas, con horizontes de yeso intercalados, que datan del Cretácico Superior (110 m.a.), y en sus 1,200 m superiores (100 m.a.) darán las rocas ígneas extrusivas e intrusivas, visibles en áreas localizadas al oeste y al sureste de la ciudad de Colima. Conglomerados, areniscas y lutitas, de origen continental, cubren parcialmente a las rocas antes descritas; su edad varía entre el Cretácico Superior y el terciario Inferior (70-30 m.a.); tienen espesor total del orden de 700m, y son observables en las partes centro y norte del estado. Sobre las anteriores descansan rocas ígneas extrusivas del Terciario (7.0-1.5 m.a.), de composición variada y ampliamente expuestas.

En las porciones norte y oriental de la entidad se hallan rocas que datan del Plioceno al Pleistoceno (5-0.1 m.a.); conglomerados, areniscas y basaltos, que en conjunto tienen espesor mayor de 300 m.

Finalmente, en los valles fluviales y en las llanuras costeras están expuestas las rocas más jóvenes: arcillas, arenas, gravas y cantos rodados, que constituyen el relleno aluvial y los depósitos de ambiente mixto (figura 2).

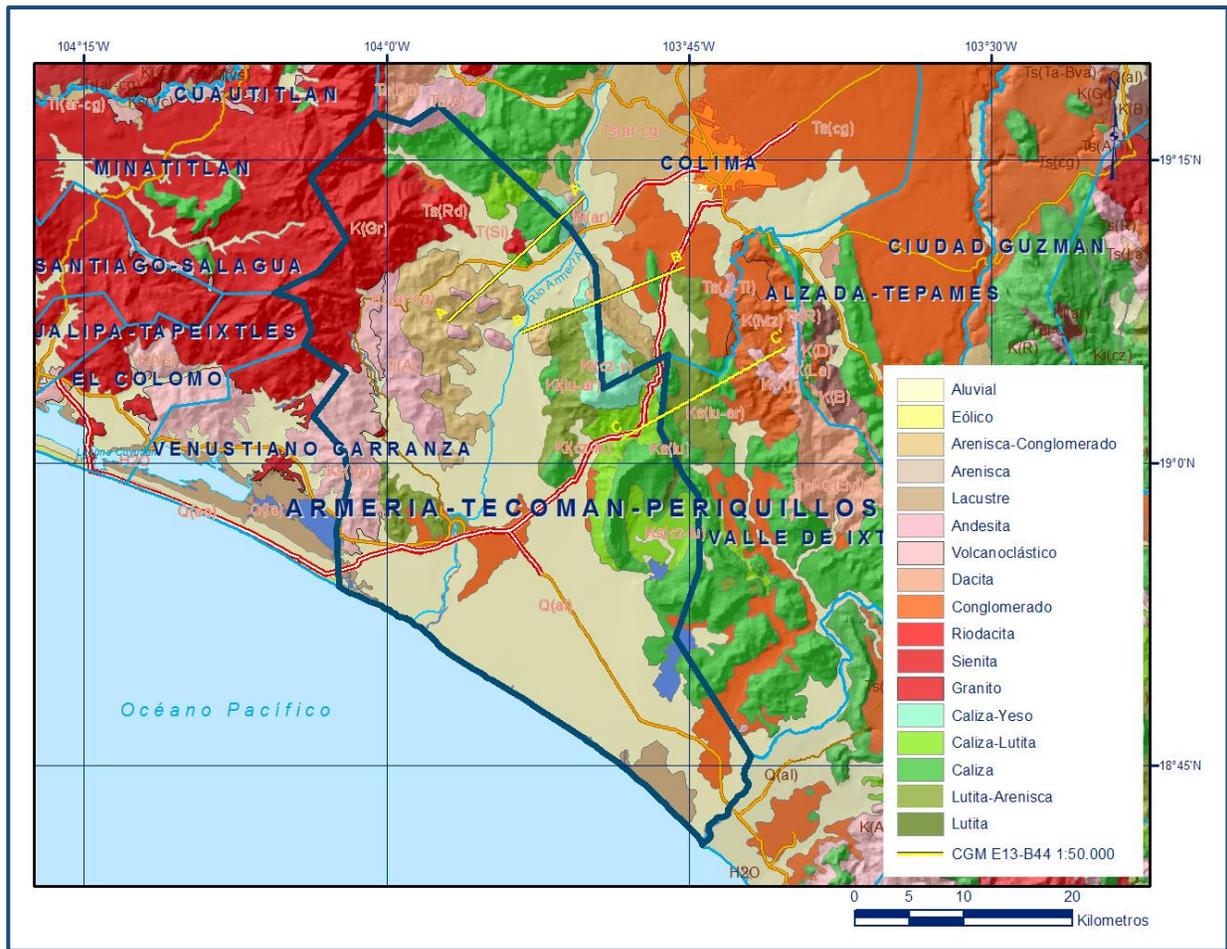


Figura 2. Geología general del acuífero

Los principales elementos geológicos estructurales del estado están representados por anticlinales, sinclinales, fallas, fracturas y estructuras volcánicas (coladas de lava y aparatos volcánicos).

Más de la mitad de la entidad se extiende sobre una gran plataforma constituida por rocas cretácicas que sufrieron los efectos del tectonismo: primero, las rocas fueron plegadas y falladas por las fuerzas de compresión que actuaron entre fines del Cretácico y principios del Terciario, simultáneamente con efusiones volcánicas e intrusiones ígneas; luego, a fines del Terciario, fuerzas tensionales produjeron grandes fallas normales que, a su vez, dieron lugar a la formación de fosas y “altos” estructurales.

Anticlinales y sinclinales están expuestos en las sierras que ocupan las partes centro y sur de la entidad. Las fallas normales son de gran longitud, coincidiendo su orientación con la de los grandes ejes estructurales (norte-sur y noroeste-sureste). (Sinopsis Geohidrológica).

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Tipo de acuífero

El acuífero es de tipo **libre**, lo constituyen depósitos aluviales formados por una mezcla de boleos, gravas y arenas, y en menor proporción por limos y arenas graduadas. La profundidad de la roca basal varía entre 100 y 300 m.; dado que los estratos que los subyacen son del tipo areno-arcilloso con características de impermeabilidad, los que a su vez están descansando propiamente sobre la roca basal del valle. (Hidrotec. S.A.).

El acuífero de este valle lo constituyen aluviones formados por una mezcla de arenas, boleos y gravas y en menor proporción por limos y arenas graduadas. La profundidad de la roca basal varía entre 100 y 300 m., sin embargo, se considera que el material de relleno con mayor permeabilidad se encuentra entre los 80 y 150 m., de profundidad en la porción centro-occidental del valle y de 20 a 60 m., en la porción sur-oriental; dado que los estratos que los subyacen son del tipo arcillo-arenoso con características de impermeabilidad, los que a su vez están descansando propiamente sobre la roca basal del valle.

Las fronteras del acuífero son: al NW rocas volcánicas impermeables, al NE rocas sedimentarias del Cretácico de reducida permeabilidad; y al sur el litoral costero. La recarga al acuífero proviene de la infiltración de: los escurrimientos que bordean al valle, de la precipitación pluvial en el valle, de los volúmenes de agua superficial utilizada para riego en la unidad Tecuanillo-Coahuayana del Distrito de Riego No. 053 y de la posible infiltración en el propio cauce del arroyo Periquillos, del río Armería y de los Canales principales del Distrito de Riego.

La descarga del acuífero ocurre por el bombeo del agua subterránea, el flujo subterráneo hacia el mar, la evapotranspiración y evaporación directa del agua subterránea en las áreas en que la profundidad al nivel del agua es menor de 2.00 m.

Por su extensión, la capacidad de almacenamiento de este valle es grande, por lo que las posibilidades de explotación del agua subterránea son buenas, estando únicamente limitadas en la franja marginal del litoral costero por el peligro de intrusión salina. (Hidrotec. S.A.).

5.2 Parámetros hidráulicos

Las características hidráulicas de los acuíferos aluviales dependen de su granulometría y espesor. En general, su coeficiente de transmisividad varía en el área dentro del rango de 0.005 y 0.05 m²/s; los valores mayores se registran en la porción alta de la planicie Costera y en las inmediaciones de los cauces principales, donde predominan los clásicos gruesos muy permeables.

A escala original, son de tipo “libre” o freático”; por tanto, se estima que su coeficiente de almacenamiento es equivalente a su porosidad efectiva y toma valores entre 0.12 y 0.25, dependiendo de la granulometría de los clásticos en que oscila la superficie freática.

Sin embargo, el valor de este coeficiente puede ser mucho menor en aquellas áreas donde los acuíferos están confinados o semiconfinados por estratos de materiales limo-arcillosos (Sinopsis Geohidrológica).

El valor de conductividad hidráulica (K) es igual a 0.25, el valor del coeficiente de almacenamiento es 0.16 y finalmente el valor de la porosidad eficaz por rendimiento específico (Sy) es de 0.15 (I.C.G.).

5.3 Piezometría

Las configuraciones piezométricas proporcionan valiosa información acerca de la circulación del agua en el subsuelo. El agua ingresa a los acuíferos en las áreas de recarga flancos-montañas, abanicos aluviales y cauces de corrientes alimentadoras, localizadas en las partes altas de valles y planicies, y transita hacia las áreas de descarga bajo el control de la geología subterránea.

En condiciones naturales, el gradiente hidráulico tenía fuertes variaciones en el área, determinadas por cambios en la permeabilidad y en la sección de los acuíferos o por variaciones en el caudal de flujo; en general, su valor era de 10 a 30 por millar en el relleno angosto y delgado de los pequeños valles fluviales y de 1 a 9 por millar en los acuíferos más amplios y gruesos de las planicies costeras. A lo largo de las trayectorias de flujo, una parte del caudal afloraba en los cauces colectores o era transpirado por la vegetación nativa, el resto continuaba su curso subterráneo hacia aguas abajo y finalmente escapaba al mar (Sinopsis Geohidrológica).

Así, en las zonas costeras el bombeo ha reducido el gradiente de flujo hacia el litoral, pero como los abatimientos no han sido continuos ni de gran magnitud, en la mayoría de aquéllas la carga hidráulica es todavía positiva y persiste el flujo subterráneo hacia el océano; sólo en la zona “El Colomo” se han generado depresiones piezométricas con elevaciones negativas de varios metros, a pocos kilómetros del litoral, aunque en su faja costera todavía se mantiene un pequeño gradiente de flujo hacia el mar (Sinopsis Geohidrológica).

Actualmente simultáneamente, la recarga, la descarga natural y el bombeo, provocan la oscilación continua de los niveles de agua. En general, estos descienden en los periodos de estiaje y ascienden durante las temporadas de lluvia, se encuentran en su posición más baja en los meses de abril a mayo y en su posición más alta en los de octubre a noviembre. La magnitud de las oscilaciones es de varios metros, registrándose las mayores en las áreas de recarga y de bombeo, especialmente en aquéllas donde los acuíferos tienen baja capacidad de almacenamiento y de regulación. A estas fluctuaciones estacionales se superponen las tendencias piezométricas de largo plazo, generadas por las variaciones anuales de la precipitación pluvial.

En las zonas costeras del estado se observa una relación muy estrecha entre estas variaciones y el comportamiento de la superficie freática de los acuíferos: durante los ciclos secos, de varios años de duración, las porciones altas de los acuíferos se drenan a causa de la escasa recarga, como ocurrió en el lapso 1974-80 en las partes altas de las planicies costeras y en los estrechos valles, donde se observaron abatimientos de 5 a 18 m; por el contrario, en los ciclos lluviosos, los niveles del agua se recuperan rápidamente, como aconteció en el intervalo 1981-84.

La fuerte oscilación de los niveles freáticos afecta la operación de los pozos someros emplazados donde el espesor de los acuíferos es reducido (Sinopsis Geohidrológica).

La posición de los niveles estáticos del agua subterránea con respecto a la superficie del terreno varía especialmente en las zonas geohidrológicas, dependiendo de la distribución de la recarga y del bombeo, de la configuración topográfica y de la transmisividad de los acuíferos.

En las planicies costeras los niveles freáticos afloran en las proximidades del litoral y se encuentran a menos de cinco metros de la superficie del terreno en el área lacustre de Alcuahue-Amela.

Desde esas áreas, la profundidad a los niveles del agua aumenta gradualmente hacia aguas arriba, debido a que el gradiente hidráulico es menor que la pendiente topográfica, hasta alcanzar valores de 5 a 20 m en el borde superior de las planicies (Sinopsis Geohidrológica).

5.4 Comportamiento hidráulico

La salinidad total del agua subterránea es baja en la mayor parte de la entidad; en general, la concentración de sales es menor que 500 partes por millón (ppm) de sólidos totales disueltos (STD), en todas las zonas geohidrológicas. Tan favorable característica hidrogeoquímica, se debe a la combinación de varios factores:

La corta permanencia del agua en el subsuelo, derivada de su rápida circulación a través de acuíferos bastante permeables y de dimensiones relativamente reducidas; la gran resistencia al ataque químico del agua, de las rocas acuíferas predominantes ígneas fracturadas y clásticas gruesas derivados de su erosión y la abundante precipitación pluvial.

Calcio, Sodio y bicarbonato son los iones disueltos predominantes en esas aguas, procediendo los dos primeros de la disolución de los feldespatos cálcicos y sódicos constituyentes de las rocas ígneas. (Sinopsis Geohidrológica). Actualmente en este acuífero se tienen concentraciones entre 294 y 1,600 partes por millón de STD.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

**VALLE DE:
ARMERÍA-TECOMÁN-PERIQUELLOS**

APROVECHAMIENTOS		USO AGRICOLA		USO A/P Y DOM		USO PECUARIO		INDUSTRIAL		SERV	
pozos	norias	total	pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias	P N
628	157	785	496	32	86	94	9	22	27	4	10 6
ELECTRIFICADOS		COMB. INTERNA		SIN EQUIPO		S/ORIF. SECOS		ACTIVOS		INACTIVOS	
pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias	pozos	norias
444	47	26	17	158	93	129	57	449	80	179	71

(Aguas Subterráneas Colima 1998)

USO ACTUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA (hm³)

SUBCUENCA	ACUÍFERO	USOS DEL AGUA				SUBTOTAL
		AGRÍCOLA	PÚBLICO URBANO	DOMESTICO ABREVADERO	INDUSTRIAL	
ARMERÍA COAHUAYANA	Armería-Tec-Periquillos	128	22	1	1	152

(Sinopsis Geohidrológica)

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, 1987 (hm³)

ACUÍFERO	Eh	Sh	B	AV	Dn	Rv
Armería-Tecomán-Periquillos	17	20	152	21	37	131.1

Eh = Entradas subterráneas

Sh = Salidas subterráneas

B = Bombeo

AV = Cambio de almacenamiento

Dn = Descargas naturales (incluye la evapotranspiración)

Rv = Recarga vertical +Recarga Inducida

$$E - S = AV + Rv$$

E = entradas totales al sistema

S = salidas totales del sistema

AV = cambio de almacenamiento

S = coeficiente de almacenamiento

RECARGA MEDIA ANUAL DE LOS ACUÍFEROS, 1979-1990 (hm³)

SUBCUENCA	ACUÍFERO	RECARGA MEDIA ANUAL	RENDIMIENTO PERMANENTE
RÍO ARMERÍA	ARMERÍA-TECOMÁN-PERIQUELLOS	230	210

Entradas

Recarga Vertical	131.1
Recarga Inducida	81.90
Flujo subterráneo	17.00
Recarga Total	230.00

Salidas

Flujo Subterráneo	20.0
Descargas Naturales	37.0
Incluye Evapotranspiración	
Bombeo	152.0
Descarga total	209.0

La ecuación de balance considerada para el Valle de Armería-Tecomán-Periquillos.

El balance de aguas subterráneas en su forma más simple, está representado por la expresión siguiente:

Recarga Total = Cambio de Almacenamiento + Descarga Total

$$R=21+209$$

$$R=230 \text{ hm}^3$$

7.1 Evapotranspiración media anual

La evaporación media anual oscila entre 1,951.3 hm³ en la cuenca del río Armería mientras que la evapotranspiración oscila entre 700 a 1200 mm al año. (Hidrología y Climatología Colima).

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:

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

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 **230.0 hm³/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 el acuífero Armería-Tecomán-Periquillos la descarga natural comprometida es de **20.0 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 (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 **211,097,459 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 230.0 - 20.0 - 211.097459 \\ \text{DMA} &= -1.097459 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de **1,097,459 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

Informe de terminación del estudio geohidrológico preliminar en los valles de Tecomán y Manzanillo, Col. Hidrotec, S.A.; diciembre de 1974.