

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Armería-Tecomán-
Periquillos (0603), Estado de Colima***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación
20 de abril de 2015*

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

CDXXIX REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
ESTADO DE COLIMA							
0603	ARMERÍA-TECOMÁN-PERIQUILLOS	230.0	20.0	196.559630	152.0	13.440370	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

ACUIFERO 0603 ARMERIA-TECOMAN-PERIQUELLOS

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	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 BAJAMAR 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	



Comisión Nacional del Agua

Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD
DE AGUA EN EL ACUÍFERO ARMERIA-
TECOMÁN-PERIQUILLOS, ESTADO DE COLIMA***

México, D.F., 30 de abril de 2002

ACUÍFERO: ARMERÍA-TECOMÁN-PERIQUELLOS

1.- Generalidades.

1.1.- Localización.

El Acuífero Armería-Tecomán-Periquillos.- 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.

1.1.1.- Coordenadas.

Delimitación de la Zona Geohidrológica.- El Polígono está delimitado por los vértices siguientes:

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	104	3	18.0	19	17	45.6	
2	103	57	7.2	19	16	37.2	
3	103	49	40.8	19	9	21.6	
4	103	49	19.2	19	3	43.2	
5	103	46	12.0	19	5	24.0	
6	103	46	26.4	19	1	37.2	
7	103	48	46.8	18	58	22.8	
8	103	44	34.8	18	58	22.8	
9	103	43	33.6	18	52	19.2	
10	103	47	49.2	18	49	30.0	
11	103	49	44.4	18	46	4.8	Del 11 al 12 por la línea de bajamar a lo largo de la costa
12	104	2	20.4	18	53	52.8	
13	104	2	31.2	18	56	45.6	
14	104	1	55.2	18	58	55.2	
15	104	3	39.6	19	2	20.4	
16	104	2	42.0	19	4	26.4	
17	104	3	50.4	19	5	45.6	
18	104	3	46.8	19	6	36.0	
19	104	4	12.0	19	7	33.6	
20	104	5	6.0	19	8	16.8	

21	104	5	9.6	19	8	45.6	
1	104	3	18.0	19	17	45.6	

1.1.2.- Municipios.

La Zona Geohidrológica del Acuífero Armería-Tecomán-Periquillos, se encuentra ubicada en los Municipio de Amería y Tecomán, Col; dentro de las principales Poblaciones se encuentran Armería, Cofradia de Juárez, Caleras, Madrid, Tecomán y Cerro de Ortega y su principal actividad es la Agricultura, Comercio y Servicios. (Sinopsis Geohidrológica)

1.2.- Situación Administrativa del Acuífero.

1.2.1.- Decretos de Veda.

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)

1.2.2.- Zonas de Disponibilidad.

Este Acuífero se ubica en la Zona de Disponibilidad número seis que corresponde a los Municipios de Armería y Tecomán, Publicado en el Diario Oficial el 31 diciembre de 1999.

1.2.3.- Distritos y Unidades de Riego.

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

1.2.4.- Usuarios mayores de Agua Subterránea.

Los tres principales Usuarios, en éste 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-Armeria, 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 semi-seco 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 semi-seco, muy cálido la parte norte tanto de la cuenca del río Coahuayana como del río Armería se localizan áreas con clima ac(w), semi-cálido subhúmedo, así como pequeñas áreas en la parte norte de la cuenca del río Coahuayana con clima c(e)w semi-frío subhúmedo.

(Hidrología y Climatología Colima)

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.

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

3.2.1.- 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, teniéndose 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)

3.2.2.- Precipitación Media Anual.

La precipitación anual promedio en el estado es de 1,026.42 mm, equivalente a un volumen de 5,599 Mm³, la máxima una lámina de 1,668 mm lo que representa un volumen de 9,099 Mm³ y la lámina mínima de 665 mm lo que da un volumen de 3,628 Mm³ 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, teniéndose 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 Mm³ 2,598 máximo y 1,068 mínimo. (Hidrología y Climatología Colima)

3.2.3.- Evapotranspiración Media Anual.

La evaporación media anual oscila entre 1951.3 Mm³ en la cuenca del río Armería mientras que la evapotranspiración oscila entre 700 a 1200 mm al año. (Hidrología y Climatología Colima)

3.3.- Región Hidrológica.

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.

3.3.1.- 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 extensión superficial de 9,800 km², correspondiendo el 19%

de ella a territorio colimense, y su escurrimiento medio anual fue de 1,067 Mm³ 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 al paleozoico y el 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.

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 ese 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.

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.- Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea.

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 clásticos 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 feldespato cálcicos y sódicos constituyentes de las rocas ígneas. (Sinopsis Geohidrológica). Actualmente en este Acuífero se tienen concentraciones entre 294 y 1600 partes por millón de sólidos totales disueltos.

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	noria	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	noria
444	47	26	17	158	93	129	57	449	80	179	71

(Aguas Subterráneas Colima 1998)

USO ACTUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA (cantidades en millones de metros cúbicos anuales)

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

(Sinopsis Geohidrológica)

7.- Balance de Aguas Subterráneas.

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ESTADO DE COLIMA, 19987 (cantidades en millones de metros cúbicos anuales)

ACUÍFERO	Eh	Sh	B	AV	Dn	Rv
Armería-Tecomán-Periquillos	17	20	152	21	80	256

Eh = Entradas subterráneas
 Sh = Salidas subterráneas
 B = Bombeo
 AV = Cambio de almacenamiento
 Dn = Descargas naturales (incluye la evapotranspiración)
 Rv = Recarga vertical +Recarga Inducida
 $E - S = AV \cdot S$
 E = entradas totales al sistema
 S = salidas totales del sistema
 AV = cambio de almacenamiento
 S = coeficiente de almacenamiento

RECARGA MEDIA ANUAL DE LOS ACUÍFEROS
 DEL ESTADO DE COLIMA (1979-1990)
 (cantidades en millones de metros cúbicos anuales)

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

(Cantidades en Millones de Metros Cúbicos Anuales)

EntradasSalidas

Recarga Vertical174.08	Flujo Subterráneo20
Recarga Inducida 81.92	Descargas Naturales80
Flujo subterráneo 17.00	Incluye Evapotranspiración
Recarga Total273.00	Bombeo152

252

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
 $273=21+252$
 $273 \text{ Mm}^3=273 \text{ Mm}^3$

8. Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de agua subterránea considerado e inscrito en el REPDA
---	---	---------------------------	---	-------------------------------	---	--

8.1 Recarga total media anual

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 Armería-Tecomán-Periquillos es de 230 millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

8.2 Descarga natural comprometida

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 de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Armería-Tecomán-Periquillos la descarga natural comprometida es de 20 Mm³/año.

8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

En el acuífero Armería-Tecomán-Periquillos el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 155,550,283 m³/año.

8.4 Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad de agua subterránea conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA:

$$54,449,717 = 230,000,000 - 20,000,000 - 155,550,283$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 54,449,717 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Armería-Tecomán-Periquillos en el Estado de Colima.

9. Bibliografía y Referencias

- 1.- Informe de terminación del estudio geohidrológico preliminar en los valles de Tecomán y Manzanillo, Col. Hidrotec, S.A.; Diciembre de 1974.
- 2.- Sinopsis Geohidrológica del estado de Colima.