

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Colima (0601), 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.**

CDXXVIII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					

ESTADO DE COLIMA

0601	COLIMA	80.0	5.0	72.277457	42.0	2.722543	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 0601 COLIMA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	103	37	2.7	19	30	43.4	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	103	36	45.9	19	30	25.6	
3	103	38	5.9	19	28	50.4	
4	103	37	40.7	19	23	36.7	
5	103	36	0.0	19	23	4.0	
6	103	36	0.0	19	21	45.1	
7	103	33	41.4	19	20	59.0	
8	103	33	32.9	19	18	38.8	
9	103	33	55.2	19	15	30.5	
10	103	34	14.8	19	14	4.8	
11	103	34	37.6	19	13	34.9	
12	103	36	44.5	19	12	41.4	
13	103	38	30.8	19	11	35.1	
14	103	39	58.8	19	11	16.8	
15	103	40	44.2	19	11	17.4	DEL 15 AL 16 POR EL CAUCE DEL RIO EL SALADO
16	103	43	31.4	19	4	23.8	
17	103	46	3.1	19	5	22.9	
18	103	49	18.7	19	3	42.7	
19	103	49	39.7	19	9	47.2	
20	103	50	57.9	19	11	41.8	
21	103	57	25.0	19	17	45.2	
22	103	58	49.8	19	16	48.6	
23	104	0	35.5	19	17	21.5	
24	103	59	51.1	19	28	15.5	
25	103	58	42.1	19	28	27.6	DEL 25 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	103	37	2.7	19	30	43.4	



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 COLIMA, ESTADO DE
COLIMA***

México, D.F., 30 de abril de 2002

ACUÍFERO : VALLE DE COLIMA

1.- Generalidades.

1.1.- Localización.

El Acuífero Valle de Colima.- Tiene una extensión superficial de 707 km² y se ubica en las partes altas de las cuencas del Armería y Coahuayana, desarrollándose principalmente en el subsuelo del valle donde está asentada la capital de la entidad. Colindando con el río Armería al occidente y con el acuífero Alzada-Tepames al oriente.

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	0	54.0	19	28	30.0	Del 1 al 2 por el límite estatal
2	103	58	26.4	19	28	30.0	Del 2 al 3 por el límite estatal
3	103	37	1.2	19	30	43.2	
4	103	36	32.4	19	25	4.8	
5	103	39	32.4	19	15	28.8	
6	103	40	4.8	19	7	8.4	
7	103	41	31.2	19	10	58.8	
8	103	42	57.6	19	11	42.0	
9	103	44	56.4	19	9	39.6	
10	103	44	9.6	19	5	6.0	
11	103	46	12.0	19	5	24.0	
12	103	49	19.2	19	3	43.2	
13	103	49	40.8	19	9	21.6	
14	103	57	7.2	19	16	37.2	
15	104	3	18.0	19	17	45.6	
1	104	0	54.0	19	28	30.0	

1.1.2.- Municipios.

La Zona Geohidrológica del Acuífero Valle de Colima, se encuentra ubicada parcialmente en los Municipios de Colima, Coquimatlan y Cuauhtémoc; totalmente en los Municipios de Comala y Villa de Alvarez Col; dentro de las principales Poblaciones se encuentran Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Alvarez. Su principal actividad es la Agricultura, Industria y Comercio.

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 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 siete que corresponde a los Municipios de: Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Alvarez. 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 142 Unidades.

1.2.4.- Usuarios mayores de Agua Subterránea.

Los tres principales Usuarios, en éste Acuífero son: El organismo operador denominado CIAPACOV 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 del valle de Colima, Col; Hidrotec, S.A. (diciembre de 1974), Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la zona de Comala - Cuauhtémoc; Geofiap (diciembre de 1980) y Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima (diciembre de 1990).

3.- Fisiografía.

3.1.- Provincia Fisiográfica.

La Zona Geohidrológica del Valle de Colima, se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica denominada: Eje Neovolcánico.

En la provincia del Eje Neovolcánico se extiende la parte norte del estado. Típicamente volcánico, su paisaje está caracterizado por una altiplanicie de elevación mayor que 2,000 msnm, sobre la cual se levantan macizos montañosos de gran altura; de estos, el Volcán de fuego (4,240 msnm) y el cerro Grande (2,520 msnm) son lo más elevados. En la vertiente sur de ese volcán se extienden amplios lomeríos, de altura decreciente hacia la costa, cortados por cañadas y alterados con planicies cuya amplitud aumenta en la misma dirección. El drenaje superficial es de tipo radial en las áreas montañosas, con cauces profundos de pendiente fuerte a media, y de tipo subparalelo en las partes bajas, con cauces poco profundos y pendiente de media a suave. El río Comala, afluente del Armería, y varios arroyos tributarios de los ríos Salado y naranja, son las arterias hidráulicas más importantes de esta provincia. (Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima)

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.

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.

La precipitación media anual ocurrida 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)

3.2.2.3.- 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)

3.3.1.- 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 – Coahuayna.

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 del Valle de Colima, está comprendida en la Región Hidrológica número 16, denominada Armería-Coahuayana.

3.3.2.- 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 tributarios: 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/s durante el estiaje, y el arroyo Charco verde, que le aporta un caudal medio de 1 m³/s. 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 Morfológicas: La Región Montañosa y la Zona del Valle. La región montañosa está constituida litológicamente en su mayor parte por rocas sedimentarias marinas cuyos espesores alcanzan más o menos 1,500 m, por otro lado se tiene una zona volcánica que se encuentra situada al norte de la ciudad de Colima, representada por el volcán del Fuego (3,960 msnm) y sus correspondientes materiales piroclásticos. La zona del valle a sido modelada a través de un corto período geológico, donde los rasgos morfológicos se presentan bien definidos, determinando un extenso valle en etapa de senectud. Este valle está constituido por sedimentos aluviales y fluviales, que en su mayor parte son materiales volcánicos y en menor proporción sedimentos marinos; además se incluye una zona de vegas en el Río

Armería, localizadas entre los poblados de Madrid y Armería. El valle presenta un drenaje de tipo arborescente bien marcado, con una pendiente algo pronunciada desde el volcán hacia la Ciudad de Colima, o sea de norte a sur. Los principales escurrimientos que drenan la zona son: Río Armería, Río Naranja y Río Salado. La principal recarga del Acuífero, se recibe a través de los escurrimientos superficiales, provenientes de la Sierra, de la infiltración por lluvia y agua de riego, que recibe la superficie del terreno. (Hidrotec. S.A.)

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 Valle de Colima se caracteriza por la heterogeneidad propia de las rocas volcánicas que en gran parte lo constituyen. Dicha característica se manifiesta en una distribución espacial muy irregular de su capacidad transmisora, representada por coeficientes de transmisividad de 0.0003 a 0.003 m²/s, y se refleja en el desigual rendimiento de los pozos que lo captan, cuyo caudal específico varía entre 0.2 y 13 lps/m. Debido a su gran tamaño y a la elevada porosidad de los acuitardos - piroclásticos de grano tamaño y a la elevada porosidad de los acuitardos - piroclásticos de grano fino intercalados en el relleno -, su capacidad de almacenamiento es muy importante. Se le supone de tipo “libre”, aunque a causa de la heterogeneidad del relleno el valor de su coeficiente de almacenamiento varía notablemente de un sitio a otro y aunque puede variar a lo largo del tiempo en un mismo sitio, localmente, puede comportarse como semiconfinado o como confinado, dependiendo de la secuencia estratigráfica y de las características constructivas de los pozos de bombeo. En la porción norte de esta zona, derrames lávicos fracturados de alta permeabilidad, intercalados con rocas poco permeables, constituyen acuíferos “colgados” que transmiten volúmenes significativos de agua a poca profundidad, originan manantiales transitorios o permanentes, alimentan al acuífero regional subyacente y son captados por norias y pozos someros.

El acuífero lo constituyen derrames lávicos, piroclásticos, brechas volcánicas y depósitos aluviales, que rellenaron una fosa tectónica; la proporción de materiales ígneos es mayor en la porción norte del acuífero y aumenta hacia el volcán de Colima, mientras que en su porción sur predomina el aluvión. El espesor del relleno aumenta de la periferia hacia el centro del valle, donde los pozos han alcanzado profundidades hasta de 300 m sin llegar a las rocas cristalinas y sedimentarias que forman el basamento y las fronteras laterales del acuífero al sur, al oriente y al poniente.

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 0.05 y finalmente el valor de la porosidad eficaz por rendimiento específico (SY) es de 0.15.

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)

En el gran valle de Colima; la operación de los pozos concentrados en el área de la ciudad capital ha reducido el gradiente hidráulico hacia aguas abajo; sin embargo, los gradientes naturales son tan altos que no se ha invertido todavía la dirección original del flujo ni se ha suspendido la descarga subterránea de este acuífero hacia la porción costera de la cuenca, a través de estrechas secciones de relleno depositando por los ríos Armería, Salado y El Naranja. (Sinopsis Geohidrológica).

En la zona Valle de Colima, la carga hidráulica tiene una distribución muy irregular, a causa de la heterogeneidad del relleno acuífero y de la compleja estructura geológica. En la porción oriental del valle, al oriente de la ciudad capital, los pozos tienen niveles de agua de 20 a más de 80 m de la superficie, con distribución que refleja los aspectos del bombeo; al poniente de la misma ciudad, la profundidad a los niveles del agua aumenta con la elevación topográfica hasta valores de 90 m en los flancos de la sierra. En contraste, muchas de las norias diseminadas en los flancos de la sierra del Volcán de Colima y en la porción norte del valle de mismo nombre, tienen su nivel a unos cuantos metros de profundidad, los cuales son probablemente representativos de la superficie freática de los acuíferos “colgados”.

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 aquellas 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. (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.

5.5.- 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 feldespatos cálcicos y sódicos constituyentes de las rocas ígneas. (Sinopsis Geohidrológica).

En el borde sur de la zona del Valle de Colima se registran valores de sales disueltas hasta de 2,500 ppm, y en el pequeño valle intermontano alojado en el macizo montañoso de Ixtlahuacán, de 400 a más de 800 ppm. En estos casos, la mayor salinidad se atribuye a la circulación del agua a través de las rocas calcáreas más solubles, que en parte forman esa sierra. Predominan en estas áreas los iones de calcio y de sulfato, derivados de la disolución de las calizas y yesos. (Sinopsis Geohidrológica).

6.- Censo de aprovechamientos e Hidrometría.

VALLE DE: COLIMA												
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
305	310	615	107	42	102	88	40	136	20	6	36	38
ELECTRIFICADOS			COMB. INTERNA		SIN EQUIPO		S/ORIF. SECOS		ACTIVOS		INACTIVOS	
POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	
215	119	3	28	35	115	52	46	168	193	137	117	

(Aguas Subterráneas Colima 1998)

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

SUBCUENCA	ACUÍFERO	AGRÍCOLA	USOS DEL AGUA			SUBTOTAL
			PÚBLICO URBANO	DOMESTICO ABREVADERO	INDUSTRIAL	
ARMERÍA COAHUAYANA	Valle de Colima	9	31	-	2	42

(Sinopsis Geohidrológica)

7.- Balance de Aguas Subterráneas.

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

ACUIFERO	Eh	Sh	B	+	Dn	Rv
VALLE DE COLIMA	4	25	42	-29	0	34

(Sinopsis Geohidrológica)

Eh = Entradas subterráneas

Sh = Salidas subterráneas

B = Bombeo

+ = Cambio de almacenamiento

Dn = Descargas naturales (incluye la evapotranspiración)

Rv = Recarga vertical

$E - S = AV * S$

E = entradas totales al sistema

S = salidas totales del sistema

AV = cambio de almacenamiento

S = coeficiente de almacenamiento

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

SUBCUENCA	ACUIFERO	RECARGA MEDIA ANUAL	REDIMIENTO PERMANENTE
ARMERIA	VALLE DE COLIMA	50	50

(Sinopsis Geohidrológica)

SUBCUENCA	ACUIFERO	RECARGA MEDIA ANUAL	REDIMIENTO PERMANENTE
COAHUAYANA	VALLE DE COLIMA	30	25

--	--	--	--

(Sinopsis Geohidrológica)

(Cantidades en Millones de Metros Cúbicos Anuales)

<u>Entradas</u>		<u>Salidas</u>	
Recarga Vertical	23.12	Flujo Subterráneo	25
Recarga Inducida	10.88	Descargas Naturales	0
Flujo subterráneo	4	Incluye Evapotranspiración	
Recarga Total	38	Bombeo	42
			67

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

Recarga Total (suma de entradas)	=	Cambio de Almacenam. Unidad Hidrogeológica	+	Descarga Total (suma de salidas)
38	=	-29	+	67
38 Mm ³	=	38 Mm ³		

(Sinopsis Geohidrológica)

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:

$$\begin{array}{rcll}
 \text{Disponibilidad media} & & \text{Recarga total} & \text{Descarga} \\
 \text{anual de agua} & = & \text{media anual} & \text{natural} \\
 \text{subterránea en una} & & & \text{comprometida} \\
 \text{unidad hidrogeológica} & & & \text{Volumen anual de agua} \\
 & & & \text{subterránea concesionado e} \\
 & & & \text{inscrito en el REPDA}
 \end{array}$$

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 Valle de Colima es de 80 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 Valle de Colima la descarga natural comprometida es de 5 Mm³/año .

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

En el acuífero Valle de Colima 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 70,223,727 m³/año.

8.4 Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad de aguas subterráneas 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 aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$4,776,273 = 80,000,000 - 5,000,000 - 70,223,727$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 4,776,273 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Colima, 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.- Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la zona de Comala-Cuauhtemoc; Geofiap (diciembre de 1980)
- 3.- Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima. Diciembre de 1990.