

**SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Valle de Actopan, clave 3005, Estado de Veracruz, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Distrito Federal, código postal 04340 y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Golfo Centro, en Francisco Javier Clavijero Número 19, Colonia Centro, Código Postal 91000, Ciudad de Xalapa, Estado de Veracruz.

México, Distrito Federal, a los 19 días del mes de enero de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra.-** Rúbrica.

**ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ROBERTO RAMÍREZ DE LA PARRA, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXV, XXXVI, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 14 fracciones I y XV, y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y 1, 8 primer párrafo y 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

#### CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en la meta 4, denominada "México Próspero", establece la estrategia 4.4.2, encaminada a implementar un manejo sustentable del agua, que haga posible que todos los mexicanos accedan a ese recurso, teniendo como línea de acción ordenar su uso y aprovechamiento, para propiciar la sustentabilidad sin limitar el desarrollo;

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado", en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa;

Que el 13 de agosto de 2007, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 50 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican", en el que se establecieron los límites del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, y se dio a conocer la disponibilidad media anual del agua subterránea, obteniéndose un valor de 16.445188 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2005;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", en el que se actualizó la disponibilidad media anual del agua subterránea del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose una disponibilidad de 16.445188 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008;

Que el 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, en el que se actualizó la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un valor de 28.697642 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013;

Que el 20 de abril de 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, en el que se actualizó la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un valor de 28.697642 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014;

Que la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, se determinó de conformidad con la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002;

Que el 5 de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, a través del cual en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de los volúmenes autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo;

Que con el Acuerdo referido en el Considerando anterior, se ha evitado el aumento de la extracción de agua subterránea sin control por parte de la Autoridad del Agua, y se han prevenido los efectos adversos de la explotación intensiva, tales como el abatimiento del agua subterránea, con el consecuente aumento en los costos de extracción e inutilización de pozos, así como el deterioro de la calidad del agua, que hubieran generado una situación de peligro en el abastecimiento de los habitantes de la zona e impacto en las actividades productivas que dependen de este recurso;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en el artículo 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, procedió a formular los estudios técnicos del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, en el Estado de Sinaloa, con el objetivo de definir si se presentan algunas de las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, para sustentar la emisión del ordenamiento procedente mediante el cual se establezcan los mecanismos para regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que permita llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en su quinta reunión ordinaria, realizada el día 1 de septiembre de 2015, en la Ciudad de Mazatlán, Estado de Sinaloa, habiendo recibido sus comentarios, observaciones y propuestas; por lo que, he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO LAGUNA AGUA GRANDE, CLAVE 2512, EN EL ESTADO DE SINALOA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, ubicado en el Estado de Sinaloa en los siguientes términos:

## ESTUDIO TÉCNICO

### 1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, es un acuífero costero que se localiza en la porción sur del Estado de Sinaloa, cubriendo una superficie de 399.21 kilómetros cuadrados y se localiza dentro del Municipio de Escuinapa. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el “ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 50 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de agosto de 2007.

#### ACUÍFERO 2512 LAGUNA AGUA GRANDE

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	105	56	40.7	22	46	29.9	
2	105	53	25.0	22	49	35.0	
3	105	42	20.0	22	41	10.1	
4	105	39	30.9	22	34	53.8	DEL 4 AL 5 POR EL LÍMITE ESTATAL
5	105	45	27.5	22	32	14.7	DEL 5 AL 1 POR LA LÍNEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	105	56	40.7	22	46	29.9	

### 2. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2010, la población que habitaba dentro de los límites del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, era de 13,980 habitantes, que corresponde al 0.5 por ciento de la población estatal.

La mayor población radica en dos localidades urbanas que en conjunto cuentan con 10,072 habitantes; lo que representa el 72.0 por ciento de la población. Estas localidades son Isla del Bosque, con 5,820 habitantes y Teacapán, con 4,252 habitantes, pertenecientes al Municipio de Escuinapa. La población rural está integrada por 47 localidades con poblaciones inferiores a los 2,500 habitantes, con un total de 3,908 habitantes, lo que representa 28.0 por ciento de la población del acuífero.

Con base en el Censo de Población y Vivienda del año 2000, en el que se registró una población en el acuífero de 12,935 habitantes y en el conteo de población del año 2005, que contabilizó 12,167 habitantes, ambos realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, y considerando las tasas de crecimiento anuales calculadas por el Consejo Nacional de Población, se estima que en el acuífero se contará con una población de 16,340 habitantes para el año 2030.

La principal actividad económica en el Municipio de Escuinapa, que abarca totalmente el área de influencia del acuífero, está dedicada a la agricultura, la ganadería y la pesca; la agricultura genera un valor de producción de 873.648 millones de pesos y la ganadería de 54.49 millones de pesos, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, para el año 2013.

Los principales cultivos son tomate verde, sorgo, mango, jitomate, frijol, maíz, chile, coco y pastos; en la ganadería se produce ganado bovino, porcino y en menor proporción ganado ovino y caprino. De acuerdo a la información del Servicio Geológico Mexicano y a la Coordinación General de Minería, en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, no existen minas.

El uso principal del agua subterránea es el agrícola, se estima que la superficie dentro del acuífero es de 21,994.79 hectáreas, las comunidades que se localizan en el acuífero son los principales usuarios del agua subterránea.

Las actividades económicas del sector terciario se desarrollan principalmente en las cabeceras municipales, debido a que en el acuífero no se localizan grandes urbes que demanden el agua subterránea, ya que la mayoría de las localidades que se ubican dentro del acuífero son rurales.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

En la superficie del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, predomina el clima del tipo cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor a 22 grados centígrados, temperatura del mes más frío mayor a 18 grados centígrados, con una precipitación del mes más seco, entre 0 y 60 milímetros; lluvias de verano con un índice de humedad menor de 43.2 y el porcentaje de lluvia invernal es del 5 al 10.2 por ciento del total anual.

Considerando las normales climatológicas, de las estaciones meteorológicas de influencia para el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se determinó el valor de las variables climatológicas con base en el método de polígonos de Thiessen, con lo cual se obtuvo que la precipitación media anual en la superficie del acuífero, es de 976 milímetros, la temperatura media es de 25.76 grados centígrados y la evaporación media anual es de 1,748 milímetros.

#### **3.2 Fisiografía y geomorfología**

El acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico, y a su vez en la Subprovincia Delta del Río Grande de Santiago.

La fisiografía de la Llanura Costera del Pacífico, está caracterizada por abanicos aluviales, antiguos valles fluvio-deltaicos, pequeñas colinas constituidas por rocas pre-deltaicas, deltas actuales, estuarios, complejos lagunares, cauces de ríos y arroyos, depósitos eólicos y marinos, los cuales pueden ser clasificados como unidades fisiográficas en cuanto al ambiente de formación, como continentales, fluviales, mixtas o de transición, eólicas y marinas.

La superficie cubierta por el acuífero se caracteriza por presentar un bajo relieve, representado por una isla que se le denomina localmente como Palmito del Verde, se observa que las geoformas son poco variadas, los lomeríos son de formas suaves y en general, presentan un relieve moderado, siendo éstos más planos en dirección a la línea de costa, donde se encuentra comunicado con el mar.

En la zona del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se han depositado materiales principalmente arenosos, con algunas dunas estabilizadas y otras que se encuentran activas por la acción eólica, manifestando que esta actividad es un proceso que se da de forma permanente en los límites con la línea de costa.

Es importante mencionar que hacia el este se ubica la Laguna Agua Grande, donde se puede distinguir la presencia de depósitos lacustres, con sus característicos depósitos de manglar, mientras que sus costas son arenosas y de un gran desarrollo con una pendiente suave hacia el mar y presenta elevaciones menores de 8 metros sobre el nivel medio del mar.

#### **3.3 Geología**

La región se caracteriza por una gran variedad de rocas con edades que varían desde la Unidad Precámbrica Sonobari hasta la Unidad Cuaternaria Reciente y Llanuras de intermareas.

El evento geológico más antiguo del que se tiene registro en la región, se relaciona con el desarrollo del complejo metamórfico de la Sierra Sonobari y que ha sido relacionado con las raíces profundas de un arco magmático, quedando como único vestigio las secuencias metamorfozadas.

La secuencia metamórfica ha sido intrusionada por pegmatitas y granodioritas asociadas con orogénias antiguas, las cuales levantaron la región, permitiendo con ello el inicio de una etapa erosiva. Se considera que durante el Paleozoico se presentaron dos eventos orogénicos, dando origen durante este período a procesos de sedimentación, los cuales fueron afectados por metamorfismo durante una orogenia posterior.

En el Mesozoico, se presenta una nueva fase magmática con lavas de composición ácida a intermedia, metamorfozando algunas secuencias sedimentarias y volcánicas preexistentes, dando lugar a una unidad de metandesitas en facies esquistos verdes. En este periodo también ocurrieron dos eventos tectónicos, el

primero relacionado con el emplazamiento de un arco volcánico y el segundo, corresponde a la Orogenia Laramide, durante la cual se emplaza el Gran Batolito de Sinaloa. Para el Cretácico la Orogenia Laramide provoca el emplazamiento de algunas fases del Batolito de Sinaloa.

Para el Terciario Inferior, ocurren una serie de eyecciones de rocas volcánicas no diferenciadas que se encuentran alteradas y deformadas, algunas de las cuales localmente son cortadas por cuerpos intrusivos como los de la Formación San Blas.

En el Terciario Medio, se presentan una serie de materiales volcanoclásticos constituidos por tobas riolíticas, aglomerados y lavas andesíticas, conglomerados y areniscas depositados en depresiones de dimensiones regionales formando pilares y fosas tectónicas que tienen un rumbo general noroeste-sureste. El posterior, relleno de las fosas tectónicas durante la sedimentación y volcanismo del Cuaternario, originó una morfología de tipo de sierras y valles.

En el contexto geológico estructural, los plegamientos regionales se observan principalmente en las rocas más antiguas que son las del Mesozoico y Paleozoico. En las rocas mesozoicas las deformaciones son incipientes, mientras que las paleozoicas presentan intensidad media y alta, produciendo plegamientos anticlinales y sinclinales. Las rocas volcánicas terciarias presentan también deformaciones originadas por la acción de intrusivos que, en algunos casos, han dado lugar a estructuras dómicas. En general, las mayores deformaciones se sucedieron en los períodos más antiguos, reduciendo su intensidad conforme el tiempo avanzaba. Por lo que respecta a las fallas normales y fracturas, éstas se le han asignado al Terciario y en algunas ocasiones al Cuaternario. Regionalmente se pueden considerar tres sistemas dominantes de fallas normales de ángulo recto y de poco deslizamiento, el primero orientado norte-noroeste, el segundo orientado noreste-noroeste y el tercero con orientación este-oeste-norte sur. El primer sistema mencionado de fallas, es el sistema principal y está conformado por un gran número de fallas de carácter regional; es paralelo a la línea de costa y a menudo consiste en contactos geológicos entre dos tipos de roca diferentes.

Localmente, en la superficie del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se observa que los depósitos corresponden al Cuaternario Reciente, representado por dunas estabilizadas, constituidas por arenas de grano medio a fino en dunas con vegetación y por los depósitos actuales de Manglar, con depósitos de limos y arcillas, los depósitos actuales de dunas activas, constituidas por arenas de grano medio y por último, los depósitos actuales de playas, que están representados por arenas de grano muy grueso a fino.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

El acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se ubica dentro de la Región Hidrológica 11 Presidio-San Pedro, que abarca las cuencas hidrográficas de los Ríos Presidio, Baluarte y Acaponeta.

En el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, solamente existen varias lagunas, entre las que se encuentra parte de la Laguna Agua Grande, y algunas otras de menor dimensión, como las lagunas Las Tortugas, El Puyequé y Las Garzas; asimismo existen esteros como los denominados Estero Agua Grande y Estero Teacapán.

Entre las corrientes de importancia se encuentran los arroyos Buñigas y Juana Gómez, los cuales nacen fuera de la zona del acuífero, atraviesan la población de Escuinapa y descargan en la Laguna Agua Grande, así como otros escurrimientos superficiales de menor importancia.

La extensión total del acuífero se encuentra integrada en la Cuenca Hidrológica del Río Acaponeta y la subcuenca de corrientes perennes e intermitentes que descargan en forma independiente hacia el mar, donde se ubica la Subcuenca El Papalote-Higueras, en el área del acuífero, siendo importante mencionar que dentro del acuífero no existen corrientes de agua superficial.

Dentro de la zona, la principal fuente de agua que sustenta la agricultura, es la extracción de aguas subterráneas, a través de aprovechamientos que localmente se les denomina como "Jagüey".

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El Acuífero**

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, como un acuífero libre, emplazado en un medio granular, formado por sedimentos depositados en antiguas líneas de costas con presencia de llanuras mixtas de inundación, conformado por limos y arcillas depositadas por procesos marinos y pluviales en manglares, así como también, llanuras de intermareas formadas por cantidades variables de arcillas y limos, y principalmente por depósitos de materiales arenosos de origen marino, característicos de las barras arenosas, las cuales por efecto de acumulación constante emergieron sobre la superficie del mar, interactuando posteriormente con el efecto eólico para formar una serie de dunas que alcanzaron su mayor elevación en la parte central de este

acuífero, propiciando, por la porosidad de los materiales, condiciones favorables para el almacenamiento de agua subterránea.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir que el acuífero se encuentra constituido, en su porción superior, por sedimentos de granulometría variada, representados por depósitos de litoral, eólicos y lacustres; cuyo espesor en conjunto es de varios cientos de metros en la porción central.

La recarga que recibe es debida a la infiltración de agua de lluvia que se precipita sobre la superficie de la zona y sus descargas principales son por flujo horizontal subterráneo hacia el Océano Pacífico y por evapotranspiración, así como por bombeo. La delgada lente de agua dulce que flota sobre agua salada del mar es una restricción al aprovechamiento de este recurso en esta área.

La precipitación pluvial que se registra de forma normal, permite que el acuífero recupere el volumen de almacenamiento que se extrae principalmente para el uso agrícola, así como el que se pierde por evapotranspiración y las descargas por flujo horizontal.

Es importante mencionar que la incidencia de ciclones que impactan el Estado de Sinaloa, generan precipitaciones extraordinarias que son abundantes, ocasionando que este acuífero, se recupere de forma inmediata y además, propician que los niveles de agua subterránea del acuífero afloren sobre el nivel del terreno natural.

## **5.2 Niveles del agua subterránea**

El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros del subsuelo. La profundidad al nivel de saturación medida desde la superficie del terreno para el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, para el año 2009, variaba entre 0.5 y 2.0 metros, los más someros se registran en la zona costera y a lo largo del Océano Pacífico, a partir de los cuales se incrementa gradualmente su profundidad hacia la parte de la Laguna Agua Grande, al este del acuífero.

Para el año 2013, la profundidad del nivel de saturación medida desde la superficie del terreno fluctuaba de 0.5 a 2.5 metros, los más someros se registran en la zona costera y a lo largo del Océano Pacífico, encontrando un cono de abatimiento en la parte centro y norte donde se puede apreciar una profundidad hasta de 2.5 metros, elevándose gradualmente hacia toda la parte este del acuífero.

La elevación del nivel de saturación en el año 2009, variaba de 0.5 a 3.0 metros sobre el nivel del mar, los valores mayores se registran en la porción cercana a la Laguna Agua Grande, desde donde descienden gradualmente por efecto topográfico, a la zona costera.

Para el año 2013, en el área de mayor explotación, la elevación del nivel de saturación con respecto al nivel del mar, registró valores de 0.5 a 3.0 metros sobre el nivel del mar, las mayores elevaciones se presentan en la periferia de Isla del Bosque y Celaya, descendiendo gradualmente hacia la zona costera, a la altura de la localidad Palmito del Verde, donde las elevaciones oscilan entre 0.5 y 1 metro sobre el nivel del mar. De esta manera, se corrobora la dirección del flujo subterráneo que sigue siendo noroeste-suroeste, por lo que no ha habido un cambio significativo en el área.

La evolución del nivel estático para el periodo 2009-2013, registró abatimientos en la parte centro-sur, que varían de 0.2 a 0.6 metros; en la parte noreste, se registraron valores puntuales de recuperación. El abatimiento promedio es de 0.4 metros, que representa un ritmo anual de 0.1 metros. Los mayores abatimientos se registran entre los poblados Cristo del Rey y Teacapán.

## **5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos**

Con base a la información del censo de aprovechamientos realizado en el año 2013, por la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se registraron un total de 1,050 aprovechamientos, de los cuales 1,009 son jagüeyes, 30 puntas y 11 norias.

El volumen de extracción asciende a 11.9 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales la mayoría se destinan al uso agrícola.

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

Los resultados de los análisis físicos y químicos del agua subterránea en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, indican que la concentración de sólidos totales disueltos varía de 600 a 1,300 miligramos por litro, observando que en algunos casos se rebasa el límite máximo permisible que establece la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000. De acuerdo a la clasificación de sólidos totales disueltos, en el área de mayor extracción se localizan las siguientes clasificaciones de agua: el agua dulce cubre un 87.8 por ciento del área ubicada en la zona alejada de la costa; agua ligeramente salobre se localiza

en la parte centro en la periferia de Palmito del Verde, que comprende un 12.1 por ciento; la alta concentración de sales se atribuye a la posible contaminación de residuos agroquímicos y la cercanía al Océano Pacífico, además de que existe la factibilidad de generar una intrusión salina que propicie la alteración de la calidad del agua subterránea, debido a la fragilidad del acuífero.

Con respecto a las concentraciones de elementos mayores al ion dominante, se identificaron tres tipos de familias, bicarbonatada-clorurada-sódica, en la zona costera; bicarbonatada-sódica en la porción centro este del área de explotación, probablemente originadas por residuos de agroquímicos y la familia bicarbonatada-cálcica-sódica, cerca del poblado Isla del Bosque.

Con base en la clasificación de Wilcox, el agua subterránea para uso agrícola, es de tres clases, C3-S1 agua altamente salina, baja en sodio; C2-S1 agua de salinidad media, baja en sodio y C3-S2 agua altamente salina con contenido moderado de sodio. Debido al alto contenido en sales este tipo de agua no es apropiada en condiciones ordinarias para riego, por lo que pueden utilizarse con una selección de cultivos y buen drenaje.

Otros factores importantes que intervienen en la contaminación del agua subterránea, probablemente se debe a la descarga de aguas residuales, sin tratamiento alguno, a la aplicación de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, a la inadecuada recolección y disposición de los residuos sólidos, así como a las actividades pecuarias.

#### 5.5. Balance de aguas subterráneas

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, es de 146.7 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 135.8 millones de metros cúbicos anuales de recarga vertical, 7.3 millones de metros cúbicos anuales que entran por flujo subterráneo y 3.6 millones de metros cúbicos por recarga inducida por retornos de riego y fugas en las redes, en zonas urbanas.

Las salidas del acuífero ocurren principalmente a través de descargas naturales, por evapotranspiración que descargan 134.2 millones de metros cúbicos anuales, debido a los niveles freáticos someros y 0.9 millones de metros cúbicos anuales que salen por flujo subterráneo hacia el mar. Adicionalmente, se extraen 11.9 millones de metros cúbicos, a través de las captaciones de agua subterránea. El cambio de almacenamiento es de -3.3 millones de metros cúbicos anuales.

### 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\begin{array}{l} \text{Disponibilidad media} \\ \text{anual de agua} \\ \text{subterránea} \end{array} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural} - \text{Volumen concesionado e inscrito en} \\ \text{comprometida} \qquad \qquad \qquad \text{el Registro Público de Derechos de} \\ \qquad \text{Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se determinó considerando una recarga media anual de 146.7 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 101.6 millones de metros cúbicos anuales; y un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 16.402358 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 28.697642 millones de metros cúbicos anuales.

#### REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		(CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES)					
2512	LAGUNA AGUA GRANDE	146.7	101.6	16.402358	11.9	28.697642	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-2000.

Este resultado indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512.

El volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables es de 45.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

## **7. SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

Actualmente, en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se encuentra vigente el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante el cual en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

## **8. PROBLEMÁTICA**

### **8.1. Escasez natural de agua**

En la superficie del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, la precipitación media anual es de 976.4 milímetros y la evaporación potencial media anual es de 1,748.6 milímetros, por lo que la mayor parte del agua precipitada sale del acuífero por evapotranspiración, lo que implica que el escurrimiento superficial sea reducido.

Dicha circunstancia, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, implicando el riesgo de que en el futuro se generen los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso.

### **8.2 Riesgo de Sobreexplotación**

En el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, la extracción total de agua subterránea es de 11.9 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 146.7 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida en 101.6 millones de metros cúbicos anuales.

A pesar de que la extracción de agua subterránea es reducida, la cercanía con acuíferos sobreexplotados, representa una gran amenaza, debido a que los usuarios en los últimos años han adoptado nuevas tecnologías de producción agrícola, cuya rápida expansión ha favorecido la construcción de un gran número de pozos en muy corto tiempo, con una gran capacidad de extracción, propiciando la sobreexplotación de los acuíferos, con lo que la demanda de agua subterránea se incrementaría notoriamente, lo que puede propiciar una explotación intensiva del acuífero y una intrusión salina, que se puede agudizar con una disminución en el caudal de la recarga, en caso de registrarse sequías recurrentes, que afectarían la disponibilidad del acuífero.

En la superficie del acuífero, se encuentra en proceso de construcción un proyecto turístico de gran importancia, impulsado por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo, por lo que es importante tomar en cuenta el impacto ecológico que pueda ocasionarse.

En caso de que en el futuro se establezcan en la superficie del acuífero grupos con ambiciosos proyectos agrícolas o industriales y de otras actividades productivas que requieran gran cantidad de agua, como ha ocurrido en otras regiones, que demandan mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

Actualmente, aun con la existencia del instrumento referido en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la sobreexplotación, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición del caudal base y la descarga hacia el Océano Pacífico, con la afectación a los ecosistemas asociados, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario

prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

### **8.3. Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua**

En el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a la gran cantidad de fosas sépticas, así como el uso de agroquímicos en la agricultura y además, la ocasionada por la actividad pecuaria, que en conjunto con las anteriores representa fuentes potenciales de contaminación al agua subterránea.

Es importante mencionar que este es un acuífero costero rodeado por agua salada y salobre, donde los aprovechamientos próximos a la línea de costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que el espesor del agua dulce es reducido, por lo que existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona actual de explotación, por encima de los límites permisibles para los usos requeridos, y afecte a los aprovechamientos circunvecinos, así como al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y el desarrollo económico de la región, que se concentran en la zona cercana al litoral y próxima a la interfase salina.

## **9. CONCLUSIONES**

- En el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental, y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
- El incremento de la extracción del agua del subsuelo hace indispensable controlar la extracción en la totalidad de la superficie del acuífero para prevenir el deterioro de la calidad del agua subterránea, por efecto de la intrusión marina.
- El acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se encuentra sujeto a las disposiciones del "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013.
- Aun con la existencia de dicho instrumento que ha permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva, persiste el riesgo de que la extracción supere la capacidad de renovación del acuífero, provocando los efectos adversos de la sobreexplotación, en detrimento del medio ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- El Acuerdo General de suspensión del libre alumbramiento, establece que estará vigente en el acuífero, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proponga al Titular del Ejecutivo Federal, misma que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, se presentan las causales de utilidad e interés público referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección, mejoramiento, conservación del recurso hídrico y restauración de acuíferos; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural y al control de su extracción, explotación, uso o aprovechamiento, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas del subsuelo y de los ecosistemas vinculados con el agua; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento legal para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad del acuífero, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento procedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asigatarios y concesionarios del acuífero.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Decretar el ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, y que en dicho acuífero, quede sin efecto el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos

que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.

- Una vez establecido el ordenamiento correspondiente, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto establezca la Comisión Nacional del Agua.

#### **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Laguna Agua Grande, clave 2512, Estado de Sinaloa, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, que se ubican en Avenida Insurgentes Sur número 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Código Postal 04340, en la Ciudad de México, Distrito Federal, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Pacífico Norte, en Avenida Federalismo y Boulevard Culiacán sin número, Colonia Recursos Hidráulicos, Ciudad de Culiacán, Sinaloa, Código Postal 80105.

México, Distrito Federal, a los 21 días del mes de diciembre de dos mil quince.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra.-** Rúbrica.