

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, Región Hidrológico-Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico.

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 Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit;

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 establecieron los límites del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit;

Que el 8 de julio de 2010, 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 44 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican”, en el que se dio a conocer la disponibilidad de agua subterránea del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, con un valor de 4.020458 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2009;

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 del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, obteniéndose un valor de 2.259632 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 del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, obteniéndose un valor de 2.130872 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 Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, 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 el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) “DECRETO que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Santa María del Oro y Jalisco, y en la parte correspondiente de los de Tepic, San Blas y Compostela, Nay., estableciéndose, en consecuencia, la veda para el alumbramiento de aguas subterráneas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1975, el cual ocupa casi en su totalidad la superficie del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit;
- b) “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, que en el mismo se indica, 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 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 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 Valle de Santa María del Oro, clave 1812, en el Estado de Nayarit, 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 quienes se les presentó el resultado de los mismos en la sesión de Instalación del Comité de usuarios por uso y la elección de sus representantes ante el Comité de Cuenca de la Laguna de Santa María del Oro, realizada el día 22 de septiembre de 2015, en Santa María del Oro, Nayarit, 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 VALLE DE SANTA MARÍA DEL ORO, CLAVE 1812, EN EL ESTADO DE NAYARIT, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO.

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, ubicado en el Estado de Nayarit, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se localiza en la porción centro sur del Estado de Nayarit, colinda al norte y oriente con el acuífero Valle Santiago-San Blas, al occidente con el acuífero Valle de Matatipac y al sur con el acuífero Valle Ixtlán-Ahuacatlán. El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, cubre una extensión de 478 kilómetros cuadrados, y abarca parcialmente al Municipio de Santa María del Oro, y una pequeña porción del Municipio de La Yesca. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico.

Los límites del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, 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 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”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

ACUÍFERO (1812) VALLE DE SANTA MARÍA DEL ORO

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	104	33	12.8	21	13	35.3
2	104	36	50.8	21	14	25.2
3	104	37	14.7	21	16	16.7
4	104	38	41.1	21	16	34.0
5	104	40	2.4	21	16	40.4
6	104	39	24.4	21	22	2.9
7	104	39	59.3	21	23	27.2
8	104	38	3.4	21	26	5.2
9	104	36	12.0	21	28	0.0
10	104	34	37.5	21	31	14.5
11	104	33	29.8	21	31	11.8
12	104	32	13.5	21	30	19.4
13	104	31	53.4	21	29	53.9
14	104	32	4.5	21	28	6.9
15	104	29	5.9	21	27	37.5
16	104	28	19.7	21	26	21.1
17	104	28	44.1	21	20	45.4
18	104	27	51.2	21	18	58.0
19	104	26	52.7	21	16	56.7
20	104	31	17.0	21	14	54.4
1	104	33	12.8	21	13	35.3

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

De acuerdo con los censos y conteos de población y vivienda, realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población total en la superficie comprendida por el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, para el año 2000, ascendía a 9,150 habitantes; en el año 2005, era de 9,520 habitantes y para el año 2010, eran 9,840 habitantes. La población está distribuida en 44 localidades.

Las localidades más importantes son Santa María del Oro, con 11,148 habitantes; San José de Mojarra, con 1,544 habitantes y Zapotán, con 1,116 habitantes.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población, para el año 2030, se estima una población de 13,008 habitantes en las localidades ubicadas en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812.

Las principales actividades económicas en la superficie del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, son las del sector primario, agricultura y ganadería. De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2011, la superficie sembrada en el Municipio de Santa María del Oro fue de 28,814 hectáreas, de las cuales, 26,715, son de temporal y 2,099 de riego. El principal cultivo es el pasto, con una producción de 169,529 toneladas anuales y en menor medida maíz grano, con una producción de 9,094 toneladas al año; de sorgo grano se producen 1,239 toneladas y de jitomate 1,019 toneladas anuales. El volumen de la producción agrícola total es de 797 millones de pesos. Se produce carne de gallináceas, ganado bovino, porcino, leche de bovino y huevo para plato. El volumen de la producción forestal maderable es de 634 metros cúbicos.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

El clima que se presenta en la superficie del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, es del tipo cálido subhúmedo, se caracteriza por tener lluvias máximas registradas en el mes de junio. La época de estiaje se presenta de noviembre a mayo, mientras que la temporada de lluvias cubre el período de junio a octubre, con máximos en el mes de agosto, que sobrepasan los 320 milímetros.

La precipitación media anual reportada en la zona, varía de los 1,050 a los 1,250 milímetros, en sentido de sur a norte. La temperatura media anual en la zona es de 21 grados centígrados. Las temperaturas más altas se presentan de mayo a octubre, sobre todo en la zona agrícola El Zapotánito. Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de diciembre y enero. La evaporación potencial media anual en la zona es de 1,730 milímetros, presentando máximos de marzo a junio con valores mayores a los 150 milímetros, en enero y diciembre se presentan los valores mínimos, inferiores a los 100 milímetros. El mes que presenta la mayor evaporación, es mayo con 199.35 milímetros.

Considerando la información de las estaciones climatológicas que tienen influencia en la superficie del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se determinó que los valores promedio anuales de las variables climatológicas son: 1,167.5 milímetros, 20.8 grados centígrados y 1,737 milímetros, para la precipitación, la temperatura y la evaporación potencial, respectivamente.

3.2 Fisiografía y geomorfología

El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se encuentra ubicado en dos Provincias Fisiográficas, el Eje Neovolcánico, en la Subprovincia Sierras Neovolcánicas Nayaritas y parte de la Subprovincia Sierras de Jalisco; y en la Provincia Sierra Madre Occidental, en las subprovincias Mesetas y Cañadas del Sur y Pie de la Sierra.

La Subprovincia Sierras Neovolcánicas Nayaritas está integrada por grandes sierras volcánicas, grandes derrames lávicos, conos dispersos o en enjambre, amplios volcanes escudo de basalto, depósitos de arena y cenizas volcánicas. La Subprovincia Mesetas y Cañadas del Sur, está formada principalmente por rocas ígneas extrusivas de composición basáltica y andesítica.

El sistema de toposformas en el acuífero está definido como llanura lacustre, premontaña, valle aluvial, ladera moderada y valle intermontañoso.

3.3 Geología

En el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, las rocas que afloran varían del Cenozoico Inferior al Reciente, con abundancia de rocas ígneas entre andesitas, dacitas, tobas riolíticas, ignimbritas, basaltos y pórfidos dioríticos, dacíticos y andesíticos.

Las rocas de esta edad están representadas por derrames dacíticos y andesíticos que emergieron a través de grietas y mediante aparatos volcánicos con áreas de afloramientos restringidos a la porción sureste del área de estudio y al sur de Atonalisco. Los derrames de dacita se observan en los cruces de los ríos al poniente de las sierras Teponahuastla y Mojarras; y las andesitas en los derrames emitidos por los volcanes Sangangüey y Tepetitlic, entre otros.

Las lavas más antiguas que ha emitido el volcán Sangangüey, son dacitas formando derrames en la periferia del edificio, y afloran en las partes que no fueron cubiertas por derrames más recientes.

El cono actual del Sangangüey es de composición andesítica, en su cima no aparecen depósitos piroclásticos, sino una sucesión de derrames en las paredes del cráter, indicando que esta fase se desarrolló por efusiones sucesivas de lava, a partir de un conducto siempre abierto y con un dinamismo poco explosivo. Los flancos noreste y sureste están cubiertos por numerosos conos escoriáceos basálticos, alineados de acuerdo con las fracturas regionales.

Estas lavas se caracterizan por la presencia de fenocristales de olivino, a menudo son muy porfídicas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno, con diámetros mayores a 2 centímetros. Este vulcanismo basáltico parece estar más relacionado con la tectónica regional.

Otro volcán, El Tepetitlic, también de composición andesítica, exhibe en su parte alta una caldera de forma ovalada de tres a cinco kilómetros de diámetro y paredes que se levantan 500 metros al suroeste y 100 metros al noroeste. En sus flancos no aparecen depósitos de pómez de caída libre que se observan cerca del poblado de Tepetitlic, están relacionados con un pequeño domo riolítico llamado Cerro Las Güilotas.

Los suelos residuales pleistocénicos, se manifiestan generalmente sobre la mayoría de las rocas que componen la columna estratigráfica del área en estudio. Los depósitos fluviales se encuentran rellenando los valles y las depresiones estructurales. Las terrazas fluviales y los depósitos de talud se localizan en las márgenes de las rocas y también al pie de las sierras.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se ubica dentro de la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago. Esta región se origina en el Estado de México, donde el Río Lerma continúa con una dirección general sureste-noroeste, hasta desembocar en el Lago de Chapala, donde cambia de nombre a Río Grande de Santiago, y sigue su curso a través de los estados de Jalisco y Nayarit, hasta desembocar en el Océano Pacífico; recibe el aporte de numerosos afluentes, siendo los principales, Bolaños, De Joraviejo, La Palmilla, Santa Fe, Guásimas y Huaynamota.

El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, cuenta con un complejo sistema de drenaje, el cual drena por diversos cauces de carácter intermitente el agua escurrida hacia cauces de carácter perenne, así como hacia los cuerpos de agua que se encuentran dentro de los límites del acuífero. La principal corriente que la drena es el Río Grande de Santiago.

Existen tres diferentes redes hidrológicas, pertenecientes a las subcuencas Río Ahuacatlán, Río Bolaños-Río Huaynamota y Río Mojarras.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El acuífero

El acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, corresponde a uno de tipo libre, y está conformado por rocas riolíticas, ignimbríticas, basaltos, pórfidos, dioríticos, dacíticos y andesíticas, así como por sedimentos de acarreo, como arcillas, arenas, gravas, boleas, con espesores máximos en la zona del valle de 200 metros.

El agua subterránea se desplaza desde las zonas topográficamente más altas que constituyen las zonas de recarga; la dirección preferencial del flujo subterráneo de las partes altas en el sur y este del acuífero hacia la zona de explotación en las partes bajas.

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 y oquedades del subsuelo. Para el año 2007, la profundidad al nivel de saturación, medida desde la superficie del terreno, variaba desde 1.31 hasta 69.2 metros; en las zonas de Cerro Blanco y Santa María; en la parte centro y noroeste, la profundidad al nivel estático se encontraba a 30 metros, y en la parte sur del acuífero, en el poblado El Zapotánito, la profundidad al nivel estático estaba a 10 metros.

La cota de elevación del nivel de saturación del agua subterránea, referido al nivel del mar, para el año 2007, variaba de 790 metros sobre el nivel del mar en el norte, a 1,150 metros sobre el nivel del mar en la porción sur del acuífero.

Debido a que la configuración del nivel de saturación no muestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento, causados por la concentración del bombeo y a que la extracción es inferior al volumen de recarga que pueda estimarse, se considera que la posición de los niveles del agua subterránea no muestra cambios significativos en el transcurso del tiempo.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con la información registrada por la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, existen 36 captaciones de agua subterránea, de los cuales 34 son pozos y 2 son norias.

El volumen de extracción total de agua subterránea en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, es de 5.1 millones de metros cúbicos anuales. El uso principal del agua subterránea es el pecuario, ya que el 57 por ciento de la extracción total se destina a este uso; el 14 por ciento se destina al uso agrícola; el 14 por ciento al uso público urbano; para servicios se destina el 7 por ciento y para uso doméstico el 8 por ciento.

5.4 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

De manera general, el agua subterránea del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, es clasificada como agua dulce, predominantemente del tipo bicarbonatada-sódica, producto del intercambio catiónico.

La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea varía de 96 a 212 miligramos por litro, ninguno de los aprovechamientos sobrepasan el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro establecido en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

El análisis bacteriológico muestra que el 50 por ciento de las muestras analizadas tienen presencia de coliformes fecales y coliformes totales, producto de la contaminación con agua residual o relacionada con actividades pecuarias. También existen pozos que presentan contaminación por nitratos, con concentraciones que rebasan los límites establecidos en la norma referida.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, el agua extraída en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se clasifica como agua de salinidad baja y bajo contenido de sodio intercambiable, por lo que es apta para riego sin restricciones.

5.5 Balance de Agua Subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, es de 18.8 millones de metros cúbicos anuales, conformada por 11.1 millones de metros cúbicos anuales de recarga vertical a partir de agua de lluvia y 7.7 millones de metros cúbicos anuales de entrada por flujo subterráneo horizontal.

Las salidas del acuífero ocurren a través de descargas naturales, integrados por 0.3 millones de metros cúbicos anuales que descargan por evapotranspiración en las zonas donde se presentan niveles freáticos someros, 1.2 millones de metros cúbicos anuales de salida subterránea, 7.5 millones de metros cúbicos anuales de descarga por manantiales y 4.7 por flujo base hacia los ríos. Adicionalmente, se extraen del acuífero a través de las captaciones de agua subterránea, 5.1 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento en el acuífero se considera nulo.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se determinó considerando una recarga media anual de 18.8 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 8.7 millones de metros cúbicos anuales; y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 7.969128 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2.130872 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE NAYARIT							
1812	VALLE DE SANTA MARÍA DEL ORO	18.8	8.7	7.969128	5.1	2.130872	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.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 10.1 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, el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) “DECRETO que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Santa María del Oro y Jalisco, y en la parte correspondiente de los de Tepic, San Blas y Compostela, Nay., estableciéndose, en consecuencia, la veda para el alumbramiento de aguas subterráneas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1975, el cual abarca casi en su totalidad la superficie del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812.
- b) “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, que en el mismo se indica, 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, y el incremento de 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.

8. PROBLEMÁTICA

8.1 Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, la extracción total a través de norias y pozos es de 5.1 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida es de 8.7 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 18.8 millones de metros cúbicos anuales.

La cercanía con acuíferos sobreexplotados representa una gran amenaza, debido a que los usuarios que 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, podrían invadir el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, con lo que la demanda de agua subterránea se incrementaría notoriamente, la disponibilidad del acuífero se vería comprometida y el acuífero correría el riesgo de sobreexplotarse a corto plazo.

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 demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, 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 de los manantiales, y del caudal base, 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.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, existe disponibilidad media anual de aguas subterráneas 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 acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Noveno Considerando del presente.
- Aun con la existencia de dichos instrumentos jurídicos, persiste el riesgo de que la demanda supere la capacidad de renovación del acuífero, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la disminución o desaparición de los manantiales y del flujo base hacia los ríos, con la consecuente afectación a los ecosistemas, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios de la misma.
- El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente 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; mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, 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 y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, y la sustentabilidad ambiental y prevención de la sobreexplotación del acuífero; 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 Valle de Santa María del Oro, clave 1812, 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 asignatarios y concesionarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en el acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, la veda establecida mediante el “DECRETO que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Santa María del Oro y Jalisco, y en la parte correspondiente de los de Tepic, San Blas y Compostela, Nay., estableciéndose, en consecuencia, la veda para el alumbramiento de aguas subterráneas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1975.
- Decretar el ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Valle de Santa María del Oro, clave 1812, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 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 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 Valle de Santa María del Oro, clave 1812, Estado de Nayarit, 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 Lerma-Santiago Pacífico, en Avenida Federalismo Norte Número 275 Primer Piso, Colonia Centro, Ciudad de Guadalajara, Estado de Jalisco, Código Postal 44100, y en la Dirección Local Nayarit, en Avenida Insurgentes Número 1050 Oriente, Colonia José María Menchaca, Ciudad de Tepic, Estado de Nayarit, Código Postal 63150.

México, Distrito Federal, a los 21 días de diciembre de dos mil quince.- 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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, Región Hidrológico-Administrativa Golfo 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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí;

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 establecieron los límites del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí;

Que el 14 de diciembre de 2011, 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 142 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se dio a conocer la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, obteniéndose un valor de 73.672557 millones de metros cúbicos anuales;

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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, obteniéndose un valor de 73.672557 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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, obteniéndose un valor de 73.672557 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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, 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 el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) “DECRETO por el que se abrogan los decretos presidenciales que establecieron la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural La Tortuga II y los Distritos de Riego Pujal-Coy Primera Fase, Las Ánimas y Chicayán, de fechas 22 y 30 de enero de 1973”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1975, que comprende la porción noreste del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí;
- b) “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Municipio de Ciudad Valles, S. L. P.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero de 1976, en cuyo artículo segundo se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región mencionada en su artículo primero, que comprende una porción al poniente del acuífero Tamuín, clave 2419, Estado de San Luis Potosí,
- c) “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en el ochenta y nueve por ciento del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, en sus porciones norte, centro y sur, 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 volúmenes autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización de 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 los instrumentos jurídicos referidos 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, disminución o desaparición de los manantiales o caudal base en los ríos, 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 no obstante la existencia de los instrumentos jurídicos mencionados, en los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua, principalmente para uso agrícola y para el abastecimiento de la población que requiere agua potable y servicios, indispensable para sostener el desarrollo y continuidad de las actividades socioeconómicas en la superficie del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí;

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 Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, 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 organizados a través del Consejo de Cuenca del Río Pánuco, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la séptima reunión de su Comisión de Operación y Vigilancia, realizada el 12 de agosto de 2015, en San Miguel de Allende, en el Estado de Guanajuato, 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 TAMUÍN, CLAVE 2419, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO NORTE

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Tamuín, clave 2419, ubicado en el Estado de San Luis Potosí, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Tamuín, clave 2419, se ubica en la parte centro poniente del Estado de San Luis Potosí, cubre una superficie aproximada de 5,080 kilómetros cuadrados y abarca totalmente los municipios de Ébano, San Antonio, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín y Tanquián de Escobedo, y abarca parcialmente los municipios de Xtla de Terrazas, Ciudad Valles, Coxcatlán, Huehuetlán, Matlapa, Tamazunchale, Tancanhuitz de Santos y Tanlajás. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte.

Los límites del acuífero Tamuín, clave 2419, Estado de San Luis Potosí, 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 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", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

ACUÍFERO TAMUÍN, CLAVE 2419

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	57	48.1	22	23	49.4	DEL 1 AL 2 POR EL LÍMITE ESTATAL
2	98	52	32.5	22	21	50.1	DEL 2 AL 3 POR EL LÍMITE ESTATAL
3	98	40	13.2	22	24	16.7	DEL 3 AL 4 POR EL LÍMITE ESTATAL
4	98	30	15.5	21	23	18.2	DEL 4 AL 5 POR EL LÍMITE ESTATAL
5	98	43	33.0	21	11	0.7	
6	98	43	24.9	21	11	19.9	
7	98	43	51.0	21	12	40.1	
8	98	44	15.3	21	13	58.8	
9	98	47	52.4	21	15	45.0	
10	98	50	38.4	21	20	21.3	
11	98	53	39.4	21	23	37.9	
12	98	56	12.4	21	28	6.3	
13	98	58	14.6	21	35	3.1	
14	98	54	40.3	21	42	54.1	
15	98	54	48.2	21	46	10.6	
16	98	53	56.0	21	56	27.8	
17	98	53	19.2	22	7	36.1	
18	98	54	23.7	22	16	11.5	
19	98	55	34.3	22	17	50.0	
1	98	57	48.1	22	23	49.4	

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, la población que habitaba dentro de los límites del acuífero Tamuín, clave 2419, era de 299,373 habitantes en el año 2000; de 301,532 habitantes en el año 2005 y de acuerdo al censo de población 2010, en dicho año, de 316,090 habitantes.

Existen 1,676 localidades, de las cuales 15 son de tipo urbano y viven en ellas 122,250 habitantes, en tanto que 1,661 son de tipo rural y agrupan a 193,840 habitantes. Las localidades con mayor población son la de Tamazunchale, Municipio de Tamazunchale, con una población de 24,562 habitantes; seguida por la localidad de Ébano, Municipio de Ébano, con 24,296 habitantes; Tamuín, Municipio de Tamuín, con 16,318 habitantes; Tanquián de Escobedo, Municipio de Tanquián de Escobedo, con 10,127 habitantes; Axtla de Terrazas, Municipio de Axtla de Terrazas, con 7,714 habitantes y Ponciano Arriaga, Municipio de Ébano, con 6,665 habitantes.

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010, la tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2005 al 2010, fue de 0.70 por ciento anual, que es inferior a la tasa de crecimiento estatal de 1.1 por ciento anual.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 habrá en la porción del Municipio de Axtla de Terrazas, ubicada dentro de los límites del acuífero Tamuín, clave 2419, una población total de 29,773 habitantes; en el Municipio de Ciudad Valles habrá 1,503 habitantes; en el Municipio de Coxcatlán, 16,112 habitantes; en el Municipio de Huehuetlán, 1,698 habitantes; en el Municipio de Matlapa, 1,678 habitantes; en el Municipio de Tamazunchale, 51,722 habitantes; en el Municipio de Tancanhuitz de Santos, 13,358 habitantes; en el Municipio de Tanlajás, 20,392 habitantes; en el Municipio de Ébano, 48,574 habitantes; en el Municipio de San Antonio, 10,586 habitantes; en el Municipio de San Martín Chalchicuatla, 22,347 habitantes; en el Municipio de San Vicente Tancuayalab, 17,737 habitantes; en el Municipio de Tampacán, 17,171 habitantes; en el Municipio de Tampamolón Corona, 16,276 habitantes; en el Municipio de Tamuín, 44,438 habitantes y en el Municipio de Tanquián de Escobedo, 16,527 habitantes, por lo que en conjunto, en el año 2030, vivirán dentro de las porciones de los dieciséis municipios ubicados dentro de los límites del acuífero Tamuín, 329,892 habitantes. Por tipo de población, al año 2030 la población urbana llegará a 158,781 habitantes y la rural a 171,111 habitantes.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, en las localidades urbanas ubicadas dentro de los límites geográficos del acuífero de Tamuín, clave 2419, la cobertura de agua potable era de 88.0 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que era de 95.40 por ciento para el mismo año; mientras que en las localidades rurales, la cobertura de agua potable era de 56.9 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que era de 72.20 por ciento para el mismo año. La cobertura de alcantarillado para las localidades urbanas era del 81.9 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que fue de 96.30 por ciento, mientras que la cobertura de alcantarillado para las localidades rurales fue del 46.0 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que fue de 68.90 por ciento.

La población económicamente activa en la superficie del acuífero para el año 2010, se estimó en 105,248 habitantes, que representa el 33.29 por ciento de la población total que habita dentro de los límites de la poligonal del acuífero Tamuín, clave 2419.

Dentro de los límites de la poligonal del acuífero, se generó en el año 2010 un Producto Interno Bruto estimado en 10,597.27 millones de pesos, lo cual representa el 4.44 por ciento del Producto Interno Bruto del Estado de San Luis Potosí para el mismo año. La renta *per cápita* estimada dentro del acuífero para el año 2010, fue de 33,526 pesos por habitante al año; mientras que la del país para el mismo año fue de 92,334 pesos por habitante al año.

Las principales actividades socioeconómicas en los municipios que comprende el acuífero Tamuín, clave 2419, son las relacionadas con el sector primario, que incluye la agricultura y ganadería, las cuales aportan un poco más del 25 por ciento al sector primario Estatal, producido dentro de los límites administrativos del acuífero, donde los principales cultivos son los pastos, el sorgo grano y el maíz grano, por lo que, es la agricultura la actividad que demanda más agua en la región; en segundo lugar, se encuentran las actividades englobadas en el sector terciario, las cuales aportan el 3.15 por ciento al sector terciario Estatal y en tercer lugar, se encuentran las actividades pertenecientes al sector secundario, las cuales aportan el 2.72 por ciento al sector secundario Estatal.

En el año 2010, en las porciones de los municipios ubicados dentro de los límites geográficos del acuífero Tamuín, clave 2419, se sembró una superficie agrícola de riego de 33,183 hectáreas y una de temporal de 187,974 hectáreas. El valor de la producción total de la superficie agrícola en el año 2010, fue de 2,177.81 millones de pesos, de los cuales el 29 por ciento lo generan los pastos, en tanto que el 18 por ciento lo producen el maíz grano y sorgo grano. En cuanto al volumen total de agua empleado para las 33,183 hectáreas sembradas en el año 2010, este fue aproximadamente de 248.9 millones de metros cúbicos, de los cuales los pastos emplearon el 30 por ciento del agua.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

El clima predominante en la superficie del acuífero Tamuín, clave 2419, es del tipo subhúmedo, cálido-húmedo y templado-húmedo.

De acuerdo con la información climatológica de 46 estaciones meteorológicas localizadas dentro de la poligonal del acuífero y 17 estaciones ubicadas en el área de influencia del acuífero, con un registro histórico para el periodo 1940-2010, se generó información respecto a los valores medios anuales de las variables climáticas como la precipitación, la temperatura, la evaporación potencial y la evapotranspiración. En la zona de influencia del acuífero Tamuín clave 2419, la precipitación media anual es de 1,262.5 milímetros, en tanto que la temperatura media anual es de 25.6 grados centígrados, con una evapotranspiración media anual de 1,537.1 milímetros; el periodo de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, mientras que la época de estiaje corresponde al periodo de noviembre a abril.

3.2. Fisiografía y Geomorfología

La zona que ocupa el acuífero Tamuín, clave 2419, comprende la porción más oriental del Estado de San Luis Potosí, que fisiográficamente se ubica en las Provincias Fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo Norte y la Sierra Madre Oriental. Un 20.5 por ciento del área que abarca el acuífero, se halla en la Provincia de la Sierra Madre Oriental. Esta parte, está dividida en dos subprovincias, la Gran Sierra Plegada, que ocupa una delgada faja del flanco oriental de la Sierra El Abra o Tanchipa, que representa el 2.4 por ciento del área que ocupa el acuífero, en tanto que la fracción mayor corresponde a la Subprovincia Carso Huasteco, que corresponde al 18.1 por ciento del área que ocupa el acuífero.

En tanto que la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte se extiende ampliamente en el sector oriental, ocupando el 79.5 por ciento de la superficie del acuífero, correspondiendo parcialmente a su vez, a la Subprovincia Llanuras y Lomeríos.

Dentro del contexto geomorfológico, se aprecian cinco unidades geomorfológicas fundamentales, dos de ellas localizadas en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y tres en la Llanura Costera del Golfo Norte.

Unidad de Montaña: Las montañas constituyen cadenas orientadas en general de noroeste a sureste, que acotan la zona al oeste, aunque en su parte media se extienden a cierta distancia de su límite.

En el norte de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, dentro de la Subprovincia Gran Sierra Plegada, su única exposición es la vertiente oriental de la Sierra El Abra o Tanchipa, donde se establece su frente fisiográfico, proyectándose como una prominencia alargada, cuya topografía no rebasa los 650 metros sobre el nivel del mar y cuyas dimensiones son de aproximadamente 50 kilómetros de longitud, con una orientación noroeste 25 grados sureste, que se prolonga en la Sierra de las Cucharas, al norte, con alturas que no rebasan los 600 a 800 metros sobre el nivel del mar.

En la Subprovincia del Carso Huasteco la unidad de montaña sólo comprende los bordes del sistema de sierras, donde sus rasgos característicos prevalecen en la faja de terreno de anchura mínima dentro de ella, consistiendo en un conjunto de sierras alargadas, paralelas, con elevaciones variables; entre los que se hallan cordones de lomeríos, cañones estrechos y pequeños valles intermontanos.

Unidad de serranías de rocas sedimentarias antiguas: en esta entidad se agrupan las serranías y lomeríos, alineadas a las estribaciones de los macizos rocosos mayores, donde forman estructuras de plegamiento menores de rocas carbonatadas plásticas.

Unidad de lomeríos redondeados de baja altura y tierras bajas: Se sitúa en la mitad sur del área que ocupa el acuífero, dentro de la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte, que ocupa más del 79.5 por ciento del área del acuífero. Sus afloramientos se extienden, desde el oeste a este en forma casi continua. Representan la expresión típica de depósitos granulares continentales, observándose como cordones montuosos de cima redondeada, de muy baja altura y suave pendiente, careciendo de relieve, que con frecuencia dan lugar a llanuras. La unidad incluye además, dos pequeñas exposiciones de basalto aisladas, que se localizan al norte de la zona, cerca de su esquina noreste.

Unidad Áreas de Inundación y zonas lacustres: Son áreas bajas que se ubican principalmente en la porción media de la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte; mayormente se originan por meandros abandonados de los ríos Tempoal, Tancanhuitz y Moctezuma, donde sus dimensiones son reducidas y la mayoría sólo almacenan agua temporalmente.

Unidad Planicies Aluviales: Consiste en una serie de superficies planas de tamaño y forma diversos, localizadas con mayor frecuencia en las inmediaciones de las corrientes principales, originadas por terrazas que ocupan sus márgenes, caracterizándose por una cota prácticamente constante en toda su extensión.

3.3 Geología

El área que comprende al acuífero Tamuín, clave 2419, Estado de San Luis Potosí, se ubica en el límite oriental de la unidad paleogeográfica del Mesozoico llamada Plataforma Valles-San Luis Potosí con la Cuenca Tampico-Misantla.

La geología superficial en la zona de influencia del acuífero, está representada por la presencia de rocas sedimentarias marinas de composiciones calcáreas-arrecifales, calcáreas-arcillosas, margas, lutitas y areniscas, de las formaciones El Abra, Tamabra, Agua Nueva, San Felipe, Méndez y Cárdenas, cuyas edades van del Cretácico Inferior al Cretácico Superior, así como rocas conglomeráticas y depósitos aluviales, del Terciario y Cuaternario. Estas rocas sedimentarias marinas, se encuentran plegadas con ejes de rumbo noroeste-sureste, recostadas hacia el noreste.

La génesis y la historia geológica de la cuenca sedimentaria terciaria Tampico-Misantla, está íntimamente relacionada a la historia tectónica de la Sierra Madre Oriental, la cual se forma a principios del Terciario, en el Paleoceno-Eoceno, cuando los sedimentos carbonatados del Geosinclinal Mexicano fueron afectados por la Revolución Laramide, plegándolos, afallándolos y levantándolos para formar las grandes estructuras que se observan actualmente en la Sierra Madre Oriental. La sedimentación del Paleógeno se compone de turbiditas de ambiente nerítico externo a batial, complejos de abanicos submarinos y una red de abundantes canales; el relleno sedimentario está constituido por arenas lenticulares con intercalaciones de lutitas. Durante este periodo ocurrieron varios eventos de erosión y relleno de sedimentos clásticos, cuyos componentes son en gran medida fragmentos de carbonatos. Respecto a las estructuras expuestas, de acuerdo con la información recabada en los recorridos de campo y la cartografía del Servicio Geológico Mexicano, se localizan en las sierras y serranías del sistema de la Cordillera Oriental en su periferia, son el resultado de dos estilos estructurales diferentes: plegamientos producidos por deformación plástica y, derivados de la tectónica cortante, fallamientos y fracturas.

Por otra parte, se aprecian dos etapas de tectonismo. La primera, evidencia esfuerzos horizontales de oeste a este que provocaron el combamiento de las rocas más antiguas de la región y largas fallas inversas en las sierras principales. La segunda, debida a empujes, de baja intensidad al sur suroeste, dieron lugar a pliegues suaves, asimétricos y simétricos con ejes ondulados, con un rango de rumbo general noroeste 10-50 grados sureste, con flancos subhorizontales y afectados por fallas transcurrentes.

En la zona centro occidente del área que limita el acuífero, los rasgos estructurales se reflejan en la Sierra del Abra o Tanchipa, la cual se constituye como un frente fisiográfico y estructural de la Sierra Madre Oriental. Dicha estructura consiste en un anticlinal angosto, de forma navicular, con orientación noroeste 25 grados sureste que se prolonga hacia el norte dando forma a la Sierra de Las Cucharas; sobre su bordes orientales presenta una gran falla inversa y cabalgadura con rumbo paralelo a su eje que sobrepone las calizas arrecifales del Cretácico Inferior a las lutitas y margas del Cretácico Superior. La cordillera termina abruptamente en la margen izquierda del Río Tampoán. En esta parte, el resto de las estructuras consiste principalmente en pliegues anticlinales secundarios formados en rocas plásticas del Cretácico Superior.

En la región centro occidental del acuífero, el elemento estructural más notable es la gran falla inversa que se extiende de noroeste a sureste, desde las inmediaciones al sur de la localidad Rancho Nuevo, situada sobre la carretera federal número 70, a 12 kilómetros después del entronque a Tamasopo, rumbo a Ciudad Valles, fuera de la zona geohidrológica, prolongándose hacia el sureste, hasta el borde de la Sierra de Tamazunchale, en donde coincide con el límite de la zona. A pesar de que la falla sigue un rumbo marcado por el borde de la sierra en su sección en la zona y por tanto cambiante, es posible establecer una orientación general de 43 grados noroeste-sureste y a la altura de Tamazunchale cambia bruscamente adoptando una orientación general de 12 grados noreste-suroeste. Al noreste de Tamazunchale y a poca distancia de la zona, inmediato a la comunidad San Antonio Huitzcuilco, se presenta un sistema de fallas inversas con orientación general norte noreste-sur suroeste, gruesamente perpendicular al rumbo de la Gran Falla. Estas estructuras se desarrollaron a partir de esfuerzos comprensivos ocurridos durante la Orogenia Laramide, siendo más evidentes en la cubierta sedimentaria jurásica-cretácica.

La deformación plástico-frágil se manifiesta también en la secuencia del Jurásico-Cretácico Inferior en forma de un conjunto de anticlinales de poca amplitud, fracturas y algunas fallas normales, en el sistema de sierras de la Cordillera Oriental, en el área contigua a la zona. Se considera que estas estructuras fueron generadas en diferentes fases extensivas, pre-laramídicas y post-laramídicas.

Asimismo, en el dominio de la deformación plástico-frágil, se observa en la cubierta sedimentaria del Terciario en una ancha franja en la parte media-meridional de la zona, una serie de pequeños pliegues, fracturas y algunas fallas normales de poco desplazamiento transversal normales. Este conjunto, de alta densidad y variedad de estructuras, alcanza su máxima expresión al oeste de Tampamolón y al este de las comunidades Pedro Antonio de los Santos y Huehuetlán. Aun cuando el sistema no guarda una orientación definida, la mayoría de las estructuras tiene rumbo norte noroeste-sur sureste.

Cabe destacar que los tipos de roca que mayor superficie ocupan en la zona de influencia del acuífero son las conformadas por lutita, en un 44.4 por ciento de la superficie del acuífero, lutita-arenisca, con un 28.5 por ciento y depósitos de aluvión, con un 20.7 por ciento.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Hidrológicamente, el acuífero Tamuín, clave 2419, queda comprendido en la Región Hidrológica 26 Pánuco, abarcando una superficie total de 88,793 kilómetros cuadrados, es decir, el 4.58 por ciento del área territorial de la República Mexicana. A su vez, es una de las corrientes más importantes de la República Mexicana, ocupando el cuarto lugar en superficie y el quinto en lo que se refiere a volúmenes escurridos. Sus escurrimientos, regularizados mediante varias presas, son aprovechados con fines de riego agrícola en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas y el Estado de México.

El acuífero Tamuín, clave 2419, abarca sólo un 5.77 por ciento de la Región Hidrológica 26 Pánuco.

Los escurrimientos superficiales que se tienen en la superficie del acuífero, corresponden principalmente a ríos perennes; es decir, a cuerpos de agua, que aun cuando sus niveles se ven reducidos en tiempos de estiaje, no desaparecen durante el año, al recibir el caudal base proveniente de la descarga del acuífero.

Dentro de los escurrimientos que destacan en la zona se encuentran los que conforma a los ríos Tantoán, Tampaón, Coy, Moctezuma y San Pedro, principalmente.

En el área de influencia del acuífero, están definidas 16 cuencas, de las cuales, la que abarca mayor superficie es la denominada Río Moctezuma 3 (Río Moctezuma), con una superficie de 1,333 kilómetros cuadrados, cuya dirección de flujo superficial va de suroeste al noreste y la cuenca Río Moctezuma 5 (Río Tampaón), tiene una superficie de 1,232 kilómetros cuadrados, presentando una dirección de flujo superficial de oeste al este.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El Acuífero

El acuífero Tamuín, clave 2419, es de tipo mixto, funciona como libre, semiconfinado y confinado, es heterogéneo y anisótropo; está conformado tanto por sedimentos granulares, de granulometría fina de baja permeabilidad, localizados principalmente en la porción centro oriental del acuífero, como por rocas sedimentarias, como calizas, calizas arcillosas, lutitas y margas, principalmente en su porción norte, sur y sur occidental.

El funcionamiento del acuífero granular es de tipo libre, comprende elementos de granulometría muy variada, frecuentemente con alto contenido de finos, presenta con regularidad bancos de arena y grava, sobre todo en las márgenes de ríos y arroyos, cuyos espesores son muy reducidos. Su función geohidrológica es la de transmitir agua a los depósitos conglomeráticos sobre los que descansa, aunque puede suceder que los mantos superiores de éstos sean poco permeables y puede operar como acuífero de baja capacidad productiva. Eventualmente, junto con los depósitos conglomeráticos, pueden actuar como una sola unidad geohidrológica.

En cuanto al acuífero conformado por rocas sedimentarias, dado que está constituido mayoritariamente por lutitas, calizas arcillosas, margas y areniscas de permeabilidad muy baja, el agua que se precipita sobre ella es evaporada, constituyéndose una barrera a la infiltración. A profundidad, dada su condición de escasa porosidad primaria y secundaria, puede funcionar como medio confinante. Por otro lado, la Formación El Abra está constituida por rocas sedimentarias calcáreas de facie arrecifal y post arrecifal, que debido al intenso fracturamiento que presenta, da origen a la disolución de las rocas carbonatadas y a la lixiviación de carbonatos, presenta diversas estructuras kársticas, evidenciadas como zonas de colapso, conductos de disolución, cavernas y dolinas, preferenciando con ello al flujo de agua subterránea. El flujo del agua en el subsuelo, a través de dicha formación, tiene dos componentes principales, la primera en dirección del sistema de fracturas principal, con orientación norte noroeste-sur sureste, y el segundo con orientación al este, siguiendo el rumbo del echado de las capas, así como del sistema de fracturas secundario. Geohidrológicamente funciona como acuífero libre en las partes bajas de las sierras, en la zona de falla de la cabalgadura. La formación antes descrita, da vida a numerosos manantiales, a través de la descarga natural de agua subterránea, que dan origen a numerosos arroyos y ríos en la zona de influencia del acuífero Tamuín, clave 2419.

5.2 Niveles del agua subterránea

En forma global, las profundidades de los niveles del agua en el acuífero, son relativamente someras y con un intervalo de variación muy amplio; es así que, el rango de las profundidades fluctúa entre los 1.5 y 97.5 metros, observándose los de mayor profundidad en la porción sur del acuífero Tamuín, clave 2419, en las inmediaciones de la ranchería Ahuhueyo, Municipio de Axtla de Terrazas y las más someras en localidades ubicadas en la porción central del acuífero, en las inmediaciones de la cabecera municipal de Tamuín y en las márgenes del Río Tampaón; sin embargo, constituyen puntos aislados, poco frecuentes que denotan la presencia de áreas reducidas, aparentemente, de sistemas de flujo independientes. Conforme a la configuración de las isóneas de profundidad del nivel del agua, se observa una larga franja paralela al curso del Río Moctezuma, en su extremo sur en la margen izquierda, a la altura de la comunidad Río Florido, extendiéndose sobre la margen izquierda de la corriente, hasta las proximidades de la comunidad Santa Elena, al sureste de San Vicente Tancuayalab. Sin embargo, se advierte en todo el sector occidental, la falta de un patrón de distribución definido de los niveles del agua subterránea y en el centro-norte del acuífero la ausencia de captaciones, situación acorde con el entorno geográfico y con las características geohidrológicas del terreno.

En cuanto a la elevación del nivel estático con respecto al nivel del mar, varía por efecto de la topografía de la cota 40 a la 1.05 metros sobre el nivel del mar, observándose los valores más elevados en la porción sureste del acuífero. De tal forma que, se puede identificar que la dirección preferencial del flujo subterráneo muestra una trayectoria del noroeste al sureste, para la porción norte del acuífero, y de suroeste al noreste para la porción sur del mismo.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

En el acuífero Tamuín, clave 2419, existen 594 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales se extrae un volumen total de 6.2 millones de metros cúbicos anuales. Del total de aprovechamientos el 73 por ciento se destina para el uso público urbano, el 22 por ciento se utiliza para uso doméstico y pecuario, quedando el 5 por ciento restante para otros usos, incluyendo el agrícola.

Del volumen total extraído de aguas subterráneas, el uso predominante es el público urbano, al que se destina el 33.5 por ciento del volumen, seguido del uso agrícola, para el cual se extrae el 33.3 por ciento, el uso múltiple con un 18.9 por ciento, el uso de servicios con el 9.9 por ciento, el uso doméstico y pecuario con un 4.2 por ciento y el uso industrial con el 0.2 por ciento del volumen total de extracción.

5.4 Calidad del agua subterránea

El agua subterránea del acuífero Tamuín, clave 2419, es en general del tipo bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica. La temperatura del agua subterránea en el área de estudio varía de 20 a 29 grados centígrados, con un promedio de 26.9 grados centígrados. En lo que se refiere a la calidad del agua para uso agrícola, se puede decir que el agua es apta para la agricultura, donde el 65 por ciento de las muestras analizadas resultaron de excelente calidad, mientras que el 35 por ciento restante, resultaron de buena calidad para riego.

Las concentraciones de sólidos totales disueltos varían de 153 miligramos por litro a 974 miligramos por litro, por lo que el agua se puede considerar de buena calidad para el consumo humano. Las menores concentraciones, menores a 500 miligramos por litro, se presentan al norte y sur del acuífero. Las concentraciones más altas, se presentan en la parte central del acuífero.

Con respecto a la dureza del agua, las concentraciones varían de 147 a 922 miligramos por litro, donde la mayor parte de los aprovechamientos muestreados presentan concentraciones menores a 500 miligramos por litro. Los sulfatos se encuentran en concentraciones bajas en todo el valle, con concentraciones que van de 12 a 709 miligramos por litro, en tanto que las concentraciones de nitratos en el agua subterránea son menores a 10 miligramos por litro.

En el acuífero Tamuín, clave 2419, la mayoría de las captaciones de agua subterránea extraen agua con baja salinidad, que no rebasan los límites máximos permisibles 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 tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

5.5 Modelo conceptual del acuífero

Las principales unidades geohidrológicas capaces de almacenar y transmitir el agua en forma significativa, son las calizas de la Formación El Abra, así como los depósitos conglomeráticos y ocasionalmente en conjunto con los depósitos aluviales.

Las obras para el aprovechamiento del recurso, se hallan distribuidas ampliamente en todo el acuífero y, en su mayoría, consisten en excavaciones someras.

Las calizas de la Formación El Abra forman un sistema hidrogeológico de drenaje subterráneo que va evolucionado por el proceso de karstificación que, a su vez, manifiesta un control estructural a partir, principalmente, de dos tipos de discontinuidades: un sistema de pliegues, fracturas, fallas y diaclasas, más o menos paralelo a los ejes de los pliegues mayores con orientación nor-noroeste-sur-suroeste y la red de fracturas y pliegues, de densidad variable, ligado a la descompresión que ha experimentado la región después de la deformación plástico-frágil, donde los planos de estratificación determinan la dirección del flujo hacia el este o la costa.

La recarga que recibe el acuífero ocurre, principalmente, por flujo horizontal proveniente de su porción occidental, a través de las calizas de la Formación El Abra, así como por la infiltración en los conglomerados de los escurrimientos que descienden de las sierras calcáreas y por infiltración en los sedimentos aluviales de la precipitación que ocurre sobre la llanura, así como por recarga inducida de los diversos escurrimientos superficiales que atraviesan el acuífero, por retornos de riego y fugas en los sistemas de distribución de agua potable y red de alcantarillado.

La descarga de este acuífero ocurre por flujo horizontal, por extracción de agua subterránea, a través de pozos y norias, por descarga a través de manantiales, evapotranspiración en zonas en las que el nivel de saturación es somero y a través de caudal base hacia los escurrimientos superficiales existentes.

5.6 Balance de Agua Subterránea

La recarga total media anual que recibe el acuífero Tamuín, clave 2419, es de 370.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de flujo subterráneo, recarga vertical y recarga inducida. Está integrada por 193.80 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo, 116.26 millones de metros cúbicos anuales de recarga vertical por infiltración de agua de lluvia y 60.04 millones de metros cúbicos anuales de recarga inducida.

Las salidas del acuífero corresponden a 290.2 millones de metros cúbicos anuales a la descarga como caudal base, a 6.2 millones de metros cúbicos anuales que se extraen mediante obras de captación de agua subterránea y 73.6 millones de metros cúbicos anuales como otras descargas naturales a través de manantiales y evapotranspiración en zonas de niveles someros. El cambio de almacenamiento se considera nulo.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Tamuín, clave 2419, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-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:

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

La disponibilidad media anual de las aguas subterráneas en el acuífero Tamuín, clave 2419, se determinó considerando una recarga total media anual de 370.1 millones de metros cúbicos, una descarga natural comprometida de 290.2 millones de metros cúbicos y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 6.227443 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 73.672557 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ							
2419	TAMUÍN	370.1	290.2	6.227443	6.2	73.672557	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.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones, en el acuífero Tamuín, clave 2419.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero, para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 79.9 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

En el acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- "DECRETO por el que se abrogan los decretos presidenciales que establecieron la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural La Tortuga II y los Distritos de Riego Pujal-Coy Primera Fase, Las Ánimas y Chicayán, de fechas 22 y 30 de enero de 1973", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1975.
- "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Municipio de Ciudad Valles, S. L. P.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero de 1976, en cuyo artículo segundo se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región mencionada en su artículo primero, que comprende parcialmente la porción poniente del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí.

- “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en el ochenta y nueve por ciento del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, en sus porciones norte, centro y sur, 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 volúmenes autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización de 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 Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Tamuín, clave 2419, la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 370.1 millones de metros cúbicos anuales, sin embargo, existe una descarga natural comprometida de 290.2 millones de metros cúbicos anuales, y el volumen de agua subterránea concesionado es de 6.227443 millones de metros cúbicos, por lo que resulta una disponibilidad limitada.

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 demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Tamuín, clave 2419, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

A pesar de que la extracción de agua subterránea es incipiente, la cercanía con acuíferos sobreexplotados, representa una gran amenaza, debido a que los usuarios que 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, podrían invadir el acuífero Tamuín, clave 2419, con lo que la demanda de agua subterránea se incrementaría notoriamente, la disponibilidad del acuífero se vería comprometida y el acuífero correría el riesgo de sobreexplotarse en el corto plazo.

El acuífero Tamuín, clave 2419, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada, para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. La extracción intensiva de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar la sobreexplotación del acuífero, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el ambiente y el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Tamuín, clave 2419, existe el riesgo de que el incremento de la extracción de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, 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 de los manantiales y del caudal base, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, existe disponibilidad media anual para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, la limitada disponibilidad implica que 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 acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Noveno Considerando del presente.
- Dichos instrumentos han permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva; sin embargo, persiste el riesgo de que la demanda supere la capacidad de renovación del acuífero, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios de la misma.

- El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente 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; mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Tamuín, clave 2419.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Tamuín, clave 2419, 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 y restauración de acuíferos; a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, así como a la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad del acuífero Tamuín, clave 2419, para prevenir la sobreexplotación del acuífero y alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los concesionarios y asignatarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se abrogan los decretos presidenciales que establecieron la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural La Tortuga II y los Distritos de Riego Pujal-Coy Primera Fase, Las Ánimas y Chicayán, de fechas 22 y 30 de enero de 1973”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1975, en la extensión del acuífero Tamuín, clave 2419, en el Estado de San Luis Potosí.
- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Municipio de Ciudad Valles, S. L. P.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero de 1976, en la extensión del acuífero Tamuín, clave 2419, Estado de San Luis Potosí.
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Tamuín, clave 2419, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 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 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 Tamuín, clave 2419, Estado de San Luis Potosí, 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 Golfo Norte en Libramiento Emilio Portes Gil Número 200, Colonia Miguel Alemán, Código Postal 87030, en Ciudad Victoria, Estado de Tamaulipas y en la Dirección Local San Luis Potosí, en Avenida Himno Nacional Número 2032, Fraccionamiento Tangamanga, San Luis Potosí, Estado de San Luis Potosí.

México, Distrito Federal, a los 21 días de diciembre de dos mil quince.- 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 Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro.

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 Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca;

Que el 3 de enero de 2008, 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 30 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 Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca;

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 Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, obteniéndose un valor de 44.128713 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 Tuxtepec, clave 2010, obteniéndose un valor de 36.117623 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 de agua subterránea para el acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, 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 el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que el acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, se encuentra sujeto a los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Oaxaca, cuya extensión y límites geopolíticos comprenden los ex distritos de Etla, Centro, Tlacolula, Zimatlán y Ocotlán, Oax.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de septiembre de 1967, que abarca una pequeña porción al suroeste del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca;
- b) "DECRETO por el que se establece el Distrito de Protección Contra Inundaciones, Drenaje y Riego del Bajo Río Papaloapan", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 1973, que abarca una porción al este del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca;
- c) "DECRETO que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales", publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de agosto de 1973, que abarca casi la totalidad del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca;

- d) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, el cual comprende la porción no vedada del acuífero Tuxtepec, clave 2010, que en el mismo se indica; en la cual 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 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 Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, 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 Río Papaloapan, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la reunión realizada el 19 de octubre de 2015, en la Ciudad de Córdoba, Estado de Veracruz; 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 TUXTEPEC, CLAVE 2010, EN EL ESTADO DE OAXACA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO CENTRO

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Tuxtepec, clave 2010, tiene una superficie de 17,562.72 kilómetros cuadrados, se ubica en la porción norte del Estado de Oaxaca, en sus límites con el Estado de Veracruz, y al noroeste abarca una porción del Estado de Puebla.

El acuífero Tuxtepec al norte limita con los acuíferos Valle de Tecamachalco, del Estado de Puebla; Orizaba-Córdoba, Omealca-Huixcolotla y Los Naranjos, en el Estado de Veracruz; al este y sureste con los acuíferos Cuenca Río Papaloapan y Coatzacoalcos, Estado de Veracruz; al sur con los acuíferos Tehuantepec y Valles Centrales, en el Estado de Oaxaca; y al oeste con los acuíferos Cuicatlán, Estado de Oaxaca y Valle de Tehuacán, en el Estado de Puebla.

El acuífero Tuxtepec, clave 2010, abarca 129 municipios; comprende totalmente los municipios de Santa María Chilchotla, Santa María Alotepec, Santa Cruz Acatepec, Santa Ana Cuauhtémoc, Santa Ana Ateixtlahuaca, San Pedro Teutila, San Pedro Sochiapam, San Pedro Ocotepic, San Pedro Ocopetatlillo, San Pablo Yaganiza, San Miguel Yotao, San Melchor Betaza, San Mateo Yoloxochitlán, San Mateo Cajonos, San Lucas Ojitlán, San Lorenzo Cuaunecuiltitla, San Juan Yatza, San Juan Yaee, San Juan Tabaa, San Juan Petlapa, San Juan Juquila Vijanos, San Juan Comaltepec, San Juan Bautista Tlacoatzintepec, San José Tenango, San José Independencia, San José Chiltepec, San Ildefonso Villa Alta, San Francisco Huehuatlán, San Francisco Chapulapa, San Francisco Cajonos, San Felipe Jalapa de Díaz, San Cristóbal Lachirioag, San Bartolomé Zoogocho, San Bartolomé Ayautla, San Baltazar Yatzachi El Bajo, San Andrés Yaa, San Andrés Teotilalpam, San Andrés Solaga, Mixistlán de la Reforma, Villa Hidalgo, Eloxochitlán de Flores Magón, Chiquihuitlán de Benito Juárez, Ayotzintepec, Asunción Cacalotepec, Santiago Choapam, San Pedro Yanerí, San Juan Bautista Valle Nacional, Totontepec Villa de Morelos Tanetze de Zaragoza, Santo Domingo Xagacia, Santo Domingo Roayaga, Santiago Zochila, Santiago Zacatepec, Santiago Texcalcingo, Santiago Laxopa, Santiago Lalopa, Santiago Camotlán, Santiago Atitlán, Villa Talea de Castro y Águila, todos ellos pertenecientes a los Estados de Oaxaca y Veracruz.

Comprende parcialmente los municipios de Ixtlán de Juárez, San Juan Juquila Mixes, Tamazulapam del Espíritu Santo, San Pedro y San Pablo Ayutla, Villa Díaz Ordaz, Santo Domingo Albarradas, San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, Maltrata, Ixhuatlancillo, Río Blanco, Los Reyes, Rafael Delgado, Omealca, Nogales, Camerino Z. Mendoza, Atlahuilco, Acultzingo, Huiloapan de Cuauhtémoc, Chacaltianguis, Soledad Atzompa, Xoxocotla, Tlaquilpa, Tierra Blanca, Tezonapa, Zongolica, Zoquitlán, Vicente Guerrero, Ajalpan, Coyomeapan, Coxcatlán, Santa María Yavesia, Santa María Tepantlali, Santa María Teopoxco, Santa María Papalo, Santa María la Asunción, Santa Catarina Lachatao, San Pedro Yolox, San Pablo Macuiltanguis, San Miguel Soyaltepec, San Miguel Santa Flor, San Miguel Quetzaltepec, San Miguel Amatlán, Capulalpam de

Méndez, San Martín Toxpalan, San Lucas Zoquiapam, San Lucas Camotlán, San Juan Tepeuxila, San Juan Quiotepec, San Juan Mazatlán, San Juan Cotzocon, San Juan Coatzacoapan, San Juan Bautista Tuxtepec, San Juan Atepec, San Jerónimo Tecoaatl, San Felipe Usila, Azatlán Villa de Flores, Huautla de Jiménez, Huauatepec, Cuyamecalco Villa de Zaragoza, Cosolapa, Concepción Papalo, Acatlán de Pérez Figueroa, Loma Bonita, San Juan Lalana, Teotitlán de Flores Magón, Santo Domingo Tepuxtepec, Santiago Yaveo, Santiago Xiacui, todos ellos pertenecientes a los Estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Los límites del acuífero Tuxtepec, clave 2010, 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 30 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 3 de enero de 2008.

ACUIFERO 2010 TUXTEPEC

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	5	53.3	18	27	56.6	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	97	14	31.7	18	54	33.4	
3	97	11	28.3	18	54	32.7	
4	97	11	27.7	18	52	47.7	
5	97	8	1.0	18	47	46.4	
6	97	8	52.4	18	42	26.0	
7	97	4	17.4	18	41	15.0	
8	96	52	3.8	18	40	54.7	
9	96	49	51.8	18	37	18.9	
10	96	46	48.9	18	36	27.9	
11	96	45	11.2	18	36	49.7	
12	96	43	12.8	18	39	15.2	
13	96	40	52.3	18	38	58.2	DEL 13 AL 14 POR EL LIMITE ESTATAL
14	96	37	55.7	18	38	7.8	DEL 14 AL 15 POR EL LIMITE ESTATAL
15	96	10	12.9	18	11	8.4	DEL 15 AL 16 POR EL LIMITE ESTATAL
16	95	12	4.9	17	32	28.5	
17	95	12	31.8	17	29	37.4	
18	95	21	0.0	17	25	58.8	
19	95	38	14.3	17	14	48.7	
20	95	41	44.7	17	6	44.1	
21	95	40	17.0	17	2	22.8	
22	95	44	39.4	16	54	16.0	
23	95	47	10.8	16	54	29.0	
24	95	50	9.3	16	56	48.5	
25	95	52	5.3	16	55	15.7	
26	95	57	29.7	16	57	29.9	
27	96	2	26.7	17	2	28.4	
28	96	3	2.1	17	0	13.1	
29	96	5	36.2	16	58	46.2	
30	96	12	1.2	16	59	51.0	
31	96	14	56.7	16	57	19.0	
32	96	21	20.2	16	59	39.7	
33	96	19	36.3	17	1	36.2	
34	96	24	32.2	17	5	43.8	
35	96	28	2.0	17	6	23.7	
36	96	25	20.2	17	9	23.0	
37	96	22	43.4	17	9	38.6	
38	96	21	49.8	17	16	41.8	
39	96	23	47.9	17	20	5.8	
40	96	29	28.5	17	24	56.4	
41	96	30	20.8	17	28	30.4	
42	96	31	0.4	17	35	28.0	
43	96	30	34.7	17	38	21.1	
44	96	34	8.9	17	40	0.5	
45	96	35	39.7	17	42	2.2	
46	96	43	10.4	17	45	38.1	
47	96	48	17.2	17	49	55.1	
48	96	50	6.8	17	55	20.7	
49	96	49	0.0	17	57	51.5	
50	96	50	56.5	18	1	44.6	
51	96	45	27.5	18	3	54.8	
52	96	46	54.9	18	6	32.5	
53	96	52	22.2	18	5	23.9	
54	96	58	30.6	18	8	17.0	
55	97	0	32.3	18	12	12.5	
56	97	3	11.3	18	16	29.7	
57	97	3	39.1	18	21	30.0	
58	97	2	40.5	18	23	24.8	
59	97	5	5.3	18	24	54.6	
60	97	3	42.8	18	26	3.6	
61	97	4	53.0	18	27	9.6	
62	97	5	35.2	18	27	19.4	
1	97	5	53.3	18	27	56.6	

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

Según la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2010, la población total que habitaba en la superficie del acuífero era de 1'106,673 habitantes, de los cuales 48 por ciento son hombres y 52 por ciento mujeres.

En cuanto a la distribución de la población, el 57 por ciento habita en las áreas rurales, y el 43 por ciento en las áreas urbanas. La población rural está distribuida en 2,921 localidades y la población urbana se distribuye en 123 localidades, en las que Tuxtepec y Río Blanco son las de mayor tamaño con 101,810 y 40,611 habitantes, respectivamente.

Durante un periodo de 110 años, el área que comprende el acuífero, ha registrado la creación de nuevos asentamientos humanos y el crecimiento de otros. En el año 1900, la población total en el área era de 175,781 habitantes; 40 años después, en 1940, la población había llegado a 284,792 habitantes. Durante el periodo 1940-1980 la población había llegado hasta los 647,239 habitantes, es decir, tuvo un crecimiento relativo de 127.27 por ciento con una tasa de crecimiento geométrica anual de 23 por cada mil habitantes.

La población económicamente activa en el acuífero es de 358,625 habitantes, que representa el 32 por ciento del total de población. La población económicamente ocupada representa 31 por ciento de la población total. Por otro lado, la población desocupada alcanza hasta los 14,121 habitantes, que representan el 1 por ciento del total de población. Asimismo, se tiene registro de la población no económicamente ocupada, que se dedica principalmente a actividades del hogar y estudiantes, cuyo porcentaje ocupa el 40 por ciento del total de población.

Al clasificar la población por tipo de localidades, se observa que en las áreas rurales, la población económicamente activa representa el 16 por ciento respecto al total de la población de la misma área. Asimismo, la población económicamente activa ocupada en estas áreas es de 16 por ciento, mientras que la desocupada es de 1 por ciento. Por su parte, la población no económicamente activa ocupada concentra el 23 por ciento.

La población económicamente activa en las áreas urbanas cubre el 16 por ciento del total de población; la población ocupada es de 15 por ciento y la población económicamente activa desocupada es del 1 por ciento. En esta área, la población no económicamente activa es de 17 por ciento del total de la población urbana.

De 1998 a 2008 ha habido un incremento sustancial en el número de unidades económicas. En 1998, el total de unidades instaladas en los municipios del área de influencia del acuífero alcanzó más de 12,000, en 2003, más de 12,700 y en 2008 más de 16,800 unidades instaladas. Los municipios con mayor número de unidades económicas en 2008 fueron Ajalpan, Camerio Z. Mendoza y Tuxtepec. De los 159 municipios en el acuífero, solamente 42 registran unidades económicas. La concentración de las unidades económicas se relaciona directamente con la densidad de población, es decir, la concentración de población tiene una relación directa con el número de unidades.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

En la superficie del acuífero Tuxtepec, clave 2010, el clima predominante es cálido-semicálido-húmedo y templado. La temperatura media anual es de 24.7 grados centígrados, la precipitación total media anual es de 2,695 milímetros y la evaporación potencial media anual es de 1,440.3 milímetros.

La temperatura máxima diaria oscila espacialmente entre 22 y 43 grados centígrados. La temperatura mínima oscila entre -1 y 11 grados centígrados. La máxima temperatura se presentó en la estación 20072 Monterrosa a 3.58 kilómetros de la población Monte Rosa. La temperatura mínima se registró en la estación 20023 Cuajimoloyas, que se encuentra en la zona montañosa a 4 kilómetros de la población con el mismo nombre.

La precipitación máxima diaria oscila entre 53 y 216 milímetros. La mínima se presentó en la estación 20023 Cuajimoloyas, que se encuentra en la zona montañosa a 4 kilómetros de la población con el mismo nombre. La máxima precipitación se presentó en la estación 20012 Campamento Vista Hermosa, la cual se encuentra en zona montañosa a 3 kilómetros del poblado de Choápam.

La precipitación total anual oscila entre 1,034 milímetros y 5,953 milímetros. La mínima se presentó en la estación de 20023 Cuajimoloyas, ésta se encuentra en la zona montañosa a 4 kilómetros de la población con el mismo nombre, mientras que la máxima se presenta en la estación 20012 Campamento Vista Hermosa, la cual se encuentra en la zona montañosa a 3 kilómetros del poblado de Choápam.

3.2. Fisiografía y geomorfología

De acuerdo con la división de las provincias fisiográficas de la República Mexicana, realizada por Raisz, el acuífero Tuxtepec, clave 2010, se encuentra localizado dentro de las Provincias Fisiográficas de la Meseta Oaxaqueña y Planicie Costera del Golfo, dentro de la cual queda comprendida la Subprovincia de la Región de los Tuxtlas.

Estas provincias se encuentran limitadas, al norte con el Golfo de México; al oriente con el Altiplano de Chiapas; al sur con el Océano Pacífico y un sector de la Provincia Sierra Madre del Sur, la cual también la limita al poniente. Este acuífero es el que presenta las mayores dimensiones de los 10 que componen la Cuenca del Río Papaloapan, quedando ubicado en la parte central de la misma.

Cinco unidades geomorfológicas fueron las que se delimitaron dentro de su superficie y corresponden con:

Laderas de montaña altas: Abarcan todo el sector occidental del acuífero, de forma tal, que lo atraviesan en un sentido longitudinal con una dirección noroeste-sureste. El origen de esta unidad geomorfológica es de tipo endógeno, caracterizado principalmente por la intensa deformación compresiva de la secuencia vulcano-sedimentaria, así como de los sedimentos calcáreos, calcáreo-arcillosos y arenosos del Mesozoico y el sobre-corrimiento de las rocas metamórficas mesozoicas-posiblemente paleozoicas del Complejo Sierra de Juárez. Este proceso generó plegamientos y fallamientos de cabalgadura con el consecuente engrosamiento estructural y el incremento considerable del relieve. Constituyen crestas y cumbres conspicuas y escarpadas, caracterizadas por un patrón de drenaje subparalelo a dendrítico y dendrítico, manifiestan una altitud media que varía de 1,800 a los 2,600 metros sobre el nivel del mar y una altura relativa de 1,200 a 1,600 metros.

Laderas de montaña bajas: Se encuentran bordeando a la unidad geomorfológica anterior, de tal forma se encuentran distribuidas hacia la parte central y centro-oriental del acuífero, tienen un origen endógeno derivado del plegamiento de sedimentos calcáreos del Albiano Cenomaniano y calcáreo-arcillosos del Cretácico Superior, presentan un drenaje subparalelo. Manifiestan una altitud media que varía de 1,500 a 900 metros sobre el nivel del mar y una altura relativa de 400 a 800 metros.

Cerros y lomeríos altos: Estas unidades homogéneas de terreno se encuentran distribuidos de manera aislada hacia la parte septentrional del acuífero; tienen un origen que varía de endógeno, derivado de la deformación de sedimentos areno-arcillosos cretácicos, a exógeno acumulativo asociado con el depósito de sedimentos conglomeráticos terciarios, presentan un drenaje que varía de subparalelo a dendrítico registran una altitud media que varía de 2,800 a 1,500 metros sobre el nivel del mar y una altura relativa de 200 a 400 metros.

Cerros y lomeríos bajos: Están ubicados ininterrumpidamente a lo largo de la porción central y a lo largo del sector suroriental del área del acuífero, en la primer zona presentan un origen exógeno acumulativo derivado del depósito de la secuencia arcillo-arenosa terciaria, en tanto que en la segunda su origen es denudatorio tectonizado manifestado en las rocas arenosas del Jurásico Superior. Presentan un drenaje dendrítico, registran una altitud media de 200 a 400 metros sobre el nivel del mar en el sector central y de 600 a 1,000 metros sobre el nivel del mar en su parte meridional, y una altura relativa de 100 a 300 metros.

Planicies aluviales: Se distribuyen hacia la parte oriental del acuífero, tienen un origen exógeno acumulativo del Cuaternario y Terciario Superior, se componen de material acumulativo aluvial y fluvial, así como por depósitos de pie de monte originados por procesos gravitacionales y fluviales. Presentan una altitud media de 250 a 150 metros sobre el nivel del mar con una altura de 50 metros.

3.3 Geología

Debido a las grandes dimensiones que presenta el acuífero Tuxtepec, clave 2010, su marco geológico corresponde con una zona caracterizada por varios dominios estructurales, los cuales tienen asociado un cierto grado de complejidad tectónica y estructural, en donde estas características se considera que son ocasionadas por las diferentes columnas estratigráficas cuya respuesta a la deformación estuvo supeditada a su posición paleogeográfica.

Dentro del Terreno Maya, la delimitación de los diferentes bloques, definen zonas de debilidad sobre las cuales se manifestaron lineamientos que actuaron como límites estructurales y en los cuales se emplazaron fallas de desplazamiento lateral o bien de cabalgadura.

La carpeta sedimentaria mesozoica depositada, manifiesta el resultado de una tectónica eminentemente compresiva, que dio lugar a un estilo de deformación asociado con plegamientos y fallas de cabalgadura. Este evento tectónico está referido a la Orogenia Laramide.

Superficialmente, la columna estratigráfica de la región presenta cambios notables en función del bloque estructural a que pertenezca, de tal forma la diversidad de rocas puede corresponder con ambientes continentales y marinos, así como las derivadas de procesos de metamorfismo.

Rocas del basamento: Las rocas que se considera configuran el basamento del Terreno Maya hacia la Cuenca de Zongolica, corresponden con la unidad tectónica denominada por el Servicio Geológico Mexicano Complejo Metamórfico de Sierra de Juárez, el cual comprende rocas de facies esquistos verdes, caracterizadas por esquistos de cuarzo-moscovita, cuarzo biotita y tremolita actinolita, asimismo se asocian con meta-areniscas, meta-conglomerados y meta-calizas. Su edad es del Permo-Carbonífero. Estas rocas se encuentran aflorando hacia el extremo sur oriental del acuífero en donde se encuentra conformando sierras de impresionante elevación.

Rocas sedimentarias continentales paleozoicas y del Jurásico Medio: Las cubiertas sedimentarias que se presentan dentro del acuífero Tuxtepec, muestran características litológicas que evidencian diferencias en cuanto al ambiente que prevaleció durante el tiempo de su sedimentación. Las rocas sedimentarias de la Formación Todos los Santos, del Jurásico Medio, corresponde con una secuencia continental, que marca el inicio de la sedimentación mesozoica, la cual consiste de intercalaciones de areniscas, lutitas y conglomerados, estos materiales se encuentran cubriendo de manera discordante a las rocas metamórficas del Terreno Maya, sin embargo hacia el extremo sureste del acuífero las rocas del basamento se encuentran sobrepuestas a las de esta formación por medio de una falla de cabalgadura. Su distribución dentro del acuífero se limita a su sector sureste en donde se encuentra yuxtapuesta con rocas calcáreas de la Formación Orizaba del Albiano-Cenomaniano, a través de la falla lateral Valle Nacional, del mismo modo se encuentra en contacto con rocas calcáreas del Jurásico Superior de la Formación San Pedro.

Rocas sedimentarias marinas: Durante el Jurásico Superior se desarrollan dos secuencias sedimentarias en ambientes de depósito diferentes, que se pueden considerar como equivalentes en tiempo. Hacia la parte media de la superficie del acuífero se manifiesta una serie de calizas y calizas dolomitizadas de la Formación San Pedro depositada en un ambiente de plataforma somero. En tanto que hacia el extremo septentrional del acuífero se manifestó una secuencia clástica-calcárea de ambientes de litoral y marino, de la Formación Tepexilotla, las cuales se agruparon con las rocas del Neocomiano de la Formación Xonamanca, caracterizada por una serie de lutitas y limolitas sensiblemente metamorizadas, intercaladas hacia la parte media de la columna con paquetes de estratos de arenisca y lutitas, para finalmente coronar la secuencia con una serie de calizas y calizas arcillosas que en conjunto desarrollaron un espesor de 350 metros.

Cuenca Cuicateca: El término de este depocentro es propuesto por el Servicio Geológico Mexicano, que actuó como receptáculo de los sedimentos de origen oceánico de la Formación Chivillas, unidad a la cual subdividen en dos miembros conformados por lutitas y areniscas.

Formación Chivillas Cretácico Inferior Neocomiano-Aptiano: Es una potente sucesión de capas interestratificadas de lutitas, filitas, pizarras, areniscas y escasos conglomerados de edad Valanginiano Superior-Barremiano, que afloran ampliamente al oriente de Tehuacán, Pue., constituyendo la parte alta de la Sierra de Chivillas, dando como localidad tipo la Cañada de San Antonio, Puebla. Posee dos miembros, el miembro inferior formado por una serie de areniscas con intercalaciones de andesitas y pillow lavas, materiales que se encuentran subyaciendo al miembro superior de la formación a lo largo de toda su extensión longitudinal, y el miembro superior formado por un potente paquete de metacuarcitas y filitas, subiendo estratigráficamente la litología varía a una secuencia poco plegada y exhibiendo un incipiente metamorfismo, que consiste en una alternancia de lutitas filitizadas de color gris verdoso y areniscas del mismo color, de grano fino a medio, cementadas por carbonato de calcio.

Estos materiales muestran evidencias de incipiente foliación y en conjunto definen un paquete del orden de 900 a 980 metros de espesor. En términos generales, este potente paquete de rocas sedimentarias, presenta una gran compactación de sus granos y se encuentran cementados por carbonato de calcio, lo cual le confiere a la formación una naturaleza impermeable.

Su relación con la carpeta sedimentaria de la Cuenca de Zongolica es por medio de una falla de cabalgadura, la cual define la aloctonía de las rocas de la Formación Chivillas.

Cuenca de Zongolica: En este depocentro ya se tiene bien configurado a partir del Jurásico Superior donde se marca el inicio de la sedimentación en medios marinos.

Formación Xonamanca del Neocomiano: Se caracteriza por estar constituida por una secuencia de lutitas, calizas arcillosas y tobas, en tanto que su equivalente, la Formación Tamaulipas Inferior, se compone por calizas intercaladas con delgados horizontes de lutitas. La presencia de pedernal en nódulos y lentes asociado con las rocas calcáreas es una estructura distintiva de estas rocas.

Formación Orizaba del Cretácico Medio Albiano-Cenomaniano La Formación Orizaba consiste de un potente paquete de calizas biógenas de hasta 2,500 metros de espesor, con estratificación que varía de delgada a gruesa, en donde es común observar estratos de 40 centímetros hasta cuerpos tabulares muy gruesos de más de 2.50 metros de espesor. Las calizas de la formación se caracterizan por presentar abundante fauna destacando rudistas y miliólidos, esta asociación faunística determina que su deposición se

llevó a cabo en un mar somero de plataforma. Texturalmente de acuerdo con la clasificación de Dunham, las calizas varían de mudstone, wackestone, packestone y grainstone, de color gris cremoso a gris oscuro y café grisáceo, eventualmente recristalizadas y localmente dolomitizadas, sumamente compactas, en donde los componentes aloquímicos están representados por fragmentos biógenos, intraclastos, oolitas y miliólidos. A lo largo de la secuencia es común observar lentes y nódulos de pedernal negro.

Desde el punto de vista geohidrológico, los sedimentos de la Formación Orizaba, presentan abundantes grietas y orificios de disolución ampliamente intercomunicados, condición que en conjunto permiten establecer que representan un importante medio para el desarrollo de acuíferos.

Formación Guzmantla-Tecamalucan, del Cenomaniano-Turoniano: Estas dos formaciones se agruparon bajo esta nomenclatura, sin embargo su distribución dentro del acuífero se encuentra bien definida. La Formación Guzmantla se encuentra distribuida principalmente hacia el sector oriental del acuífero y se compone por una secuencia de calizas arcillosas y lutitas calcáreas las primeras rocas son de color crema a gris estratificadas en capas gruesas y masivas, llegan a desarrollar crecimientos arrecifales en algunos intervalos.

A su vez las rocas de la Formación Tecamalucan se manifiestan hacia el sector noroccidental, Sierra de Zongolica y se caracteriza en el terreno por configurar potentes paquetes de lutitas y limolitas de estructura laminar que llegan a presentar una incipiente sericitización, textura que se considera asociada a la carga litoestática producida por el cabalgamiento de las rocas de las formaciones Chivillas y Orizaba sobre esta unidad.

Formación Méndez, Campaniano Maestrichtiano: Está compuesta por rocas predominantemente arcillosas, variando de limolitas calcáreas a lutitas calcáreas con un predominio de estas últimas. Sus afloramientos se encuentran distribuidos hacia el sector centro occidental del acuífero en donde se encuentran cabalgados por rocas de la Formación Orizaba. Litológicamente la Formación Méndez está representada por una secuencia bastante homogénea de lutitas calcáreas y margas, las cuales se encuentran estratificadas en capas delgadas que en ocasiones llegan a constituir paquetes masivos.

Cuaternario: Los depósitos aluviales manifiestan una gran variabilidad en su granulometría, ya que son producto de la erosión, transporte y acumulación de las rocas preexistentes; varían desde arcillas, limos y arenas, hasta gravas y cantos y bloques. Ocurren en toda la superficie del valle, con espesores máximos de 10 metros y definen, en general, permeabilidades medias a altas, por lo que favorecen la infiltración tanto del agua precipitada como de la aplicada para el riego.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Tuxtepec, clave 2010, se localiza en la región hidrológica número 28 Papaloapan. Dentro del acuífero se ubican diversas cuencas, Río Tonto, Río Salado, Río Santo Domingo, Río Papaloapan, Río Valle Nacional, Río Playa Vicente y Río Trinidad.

La red hidrológica del acuífero Tuxtepec, clave 2010, consta de varios ríos principales con constantes cambios de nombre como son los ríos Tonto, Grande, Papaloapan, Valle Nacional, Mudo, entre otros. El Río Boca Laguna atraviesa el acuífero en la parte más angosta en la parte norte. El Río Tonto entra por la parte oeste del acuífero con una dirección preferencial al este, hasta entrar a la Presa Miguel Alemán. Al salir de la presa continua con su mismo nombre, 9 kilómetros después se bifurca en un río menor llamado Río De En Medio, cuya dirección cambia al norte y la principal conserva su nombre. Después de 15 kilómetros cambia su dirección hacia el sur-sureste hasta encontrarse con el Río Valle Nacional.

El Río Grande entra por la parte oeste del acuífero, con una dirección preferencial hacia el este hasta desembocar en la Presa Miguel de la Madrid. El Río Grande sale de la presa hasta encontrarse con el Río La Mina. El Río La Mina entra a la zona de estudio por la parte suroeste con una dirección preferente hacia el noreste por 83 kilómetros hasta juntarse con el Río Grande, donde cambia de nombre a Río Valle Nacional, el cual continúa con la misma dirección preferencial hasta encontrarse con el Río Tonto, donde cambia su nombre a Río Papaloapan y sale de la zona de estudio con la misma dirección preferencial.

En la parte sur de la zona de estudio con una dirección sur-suroeste nornoreste se encuentra el Río Hamacas, el cual rápidamente cambia de nombre al Río Cajones y éste conserva la misma dirección preferencial hasta encontrarse con el Río Manso.

Casi en paralelo se encuentran el Río Chiquito y el Río Mango con una dirección preferencial hacia el noreste; este último cambia de nombre después de 28 kilómetros a Río Montenegro, el cual continua en la misma dirección preferencial hasta juntarse con el Río Chiquito y conservando su nombre, éste continua así por aproximadamente 12 kilómetros, donde cambia de nombre a Río Manso. Éste al juntarse con el Río Cajones se renombra como el Río Tesechoacán y sale de la zona de estudio.

En la parte sur del acuífero se encuentra el Río Mudo el cual se desplaza con una dirección suroeste noreste cambiando de nombre a Río Grande, Río Puxmetacan y finalmente sale de la zona como el Río Trinidad.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El acuífero

El acuífero Tuxtepec, clave 2010, se aloja en los sedimentos recientes y en rocas del Terciario. El funcionamiento que tiene es del tipo libre, en un medio granular, aunque en algunos sectores pueda tratarse de un acuífero semiconfinado, debido a la heterogeneidad de los materiales en que se encuentra.

El acuífero principal está alojado en los materiales granulares del Terciario, arenas y conglomerados de edad del Mioceno, y en los aluviones del Cuaternario, con espesores promedio de 100 metros, a profundidad las condiciones de permeabilidad disminuyen.

Los materiales cuaternarios y terciarios se localizan hacia las partes planas y de lomeríos en la zona de interés. Hacia el poniente, en donde prevalecen los niveles topográficos más altos, se encuentran rocas del Mesozoico o más viejas generalmente con menor capacidad acuífera, a excepción de las calizas y dolomías Cretácicas de la Formación Guzmanla, las que se encuentran limitadas lateralmente por fallas geológicas que impiden su continuidad hidráulica, adicionalmente, en la vertical las calizas se encuentran intercaladas por secuencias de carácter arcilloso que no permiten una recarga vertical directa.

El acuífero, en general funciona como libre y alojado en un medio granular. La mayor componente de recarga principal de los acuíferos granulares es generada de la precipitación que se da en la porción en donde afloran estos materiales, principalmente en la zona de lomeríos; otra proviene de las elevaciones de las sierras y se transmite horizontalmente, y una componente adicional se da a través de las corrientes superficiales en la época de lluvias, en temporada de secas, en cambio, el acuífero es drenado por ellas. Localmente, en el área de Tuxtepec-Loma Bonita, se presentan estos lomeríos que captan agua de lluvia y que alimentan al acuífero regional que descargan hacia las corrientes principales.

La zona principal de recarga, se conforma por las elevaciones topográficas ubicadas al sur de la zona de estudio. La descarga del acuífero es hacia el Río Papaloapan y hacia el noreste del valle por el que transita.

5.2 Niveles del agua subterránea

La profundidad al nivel estático, medida desde la superficie del terreno, en el año 2014, varía desde algunos metros, que se registran en las riberas de los Ríos Papaloapan, Santo Domingo y Obispo, hasta 23 metros, aumentando gradualmente de las inmediaciones de las corrientes superficiales, hacia las estribaciones de las sierras que lo delimitan, conforme se asciende topográficamente. Los valores más profundos, mayores de 15 metros, se registran al sur de Loma Bonita y al oeste de Santa Catarina, y los más someros en las inmediaciones del Río Papaloapan y sus afluentes.

En la configuración de la elevación del nivel estático para el año 2014, en la localidad de Santa Catarina se registran las máximas elevaciones entre 30 y 42 metros sobre el nivel del mar, las elevaciones más bajas se localizan hacia las zonas donde se ubican las corrientes de agua, se observan dos principales direcciones de flujo la primera hacia el suroeste y la segunda hacia el sureste ambas con tendencia hacia las corrientes de agua superficial que atraviesan el acuífero Tuxtepec, clave 2010.

Los niveles del agua subterránea muestran variaciones estacionales por efecto de la alternancia de las temporadas de estiaje y lluvias. La evolución para el periodo 2011-2014 muestra valores puntuales tanto de recuperación como de abatimiento. Los abatimientos de hasta 2,7 metros se registran hacia los valles y proximidades del Río Papaloapan y sus afluentes; las recuperaciones de hasta 3 metros se registraron en la zona comprendida al sur de Benemérito Juárez, en los aprovechamientos ubicados en las elevaciones topográficas.

La configuración de la elevación del nivel estático no demuestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos o del bombeo. Además, el volumen de extracción es muy inferior al valor más conservador de recarga que pudiera estimarse. Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes en el transcurso del tiempo, por lo que el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

En el acuífero Tuxtepec, clave 2010, existen 2,229 aprovechamientos, de los cuales 1,735 son norias, 492 son pozos y 2 galerías.

El volumen de extracción conjunto se ha estimado en 58.2 millones de metros cúbicos, de los cuales el 44.0 por ciento se destina a uso agrícola, el 27.6 por ciento para uso público urbano, para uso industrial se utilizan 19.8 por ciento, para los usos pecuario y doméstico se destina el 0.2 por ciento y el 8.4 por ciento para otros usos.

5.4 Calidad del agua subterránea

En el año 2005, la Comisión Nacional del Agua, recolectó 10 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona de explotación en la porción norte del acuífero, para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, iones principales, temperatura, conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno, potencial redox, nitratos, dureza total, sólidos totales disueltos, hierro, manganeso, coliformes fecales y totales.

Con respecto a las concentraciones de elementos principales por ion dominante, no se identificó una familia dominante, se presentan composiciones sódicas-cloruradas y bicarbonatadas.

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles 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 tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000, por lo que el agua subterránea del acuífero es apta para consumo humano, con algunas excepciones puntuales en las que se identifica contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, en menor proporción por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, por la falta de sistemas de alcantarillado así como por la presencia de basureros y gasolineras.

La concentración de sólidos totales disueltos varía de 109 a menos de 1,000 miligramos por litro, que no sobrepasan el límite máximo permisible establecido en la norma referida, con excepción de valores ligeramente superiores a los 1,000 miligramos por litro, posiblemente estén asociados a fuentes puntuales de contaminación, debido a que la mayoría de las norias no tiene ninguna protección sanitaria.

De acuerdo con el criterio de Wilcox que relaciona la conductividad eléctrica con la relación de adsorción de sodio, el agua extraída se clasifica como de salinidad media baja a media y contenido bajo de sodio intercambiable, que es apropiada para su uso en riego sin restricciones en ellos cultivos y en el tipo de suelos.

5.5 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Tuxtepec, clave 2010, es de 220.1 millones de metros cúbicos anuales. Las salidas del acuífero por bombeo son del orden de 58.2 millones de metros cúbicos anuales. Suponiendo que no existe cambio de almacenamiento porque las descargas naturales mantienen la condición de equilibrio hidrogeológico, el volumen de las descargas naturales, que incluyen las salidas subterráneas, la evapotranspiración y el flujo base hacia los ríos, es de 161.9 millones de metros cúbicos anuales.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Tuxtepec, clave 2010, 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, se determinó considerando una recarga media anual de 220.1 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 71.7 millones de metros cúbicos anuales, y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 112.282377 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 36.117623 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA GOLFO CENTRO

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2010	TUXTEPEC	220.1	71.7	112.282377	58.2	36.117623	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 nuevas concesiones o asignaciones, en el acuífero Tuxtepec, clave 2010 en el Estado de Oaxaca.

El volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 148.4 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 el acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca, se encuentra sujeto a los siguientes instrumentos jurídicos:

- “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Oaxaca, cuya extensión y límites geopolíticos comprenden los ex distritos de ETLA, Centro, Tlacolula, Zimatlán y Ocotlán, Oax.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de septiembre de 1967, que abarca una pequeña porción al suroeste del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca.
- “DECRETO por el que se establece el Distrito de Protección Contra Inundaciones, Drenaje y Riego del Bajo Río Papaloapan”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 1973, que abarca una porción al este del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca.
- “DECRETO que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuicultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales”, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de agosto de 1973, que abarca casi la totalidad del acuífero Tuxtepec, clave 2010, en el Estado de Oaxaca.
- “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante el cual, 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. Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Tuxtepec, clave 2010, la extracción total es de 58.2 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 220.1 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida en 71.7 millones de metros cúbicos anuales.

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, demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Tuxtepec, clave 2010, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Tuxtepec, clave 2010, 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 de los manantiales, del caudal base, salidas subterráneas y evapotranspiración, con la consecuente afectación a los ecosistemas, 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.

8.2. Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua subterránea

En el acuífero Tuxtepec, clave 2010, existe el riesgo de contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, en menor proporción por la descarga de aguas residuales sin tratamiento y por la falta de sistemas de alcantarillado, así como por la presencia de basureros y gasolineras. Es importante también el riesgo latente por contaminación con hidrocarburos debido a la existencia de la infraestructura de Petróleos Mexicanos.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Tuxtepec, clave 2010, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero deberá estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados, para lograr la sustentabilidad ambiental, y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
- El acuífero Tuxtepec, clave 2010, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Octavo del presente. Sin embargo, aún persiste el riesgo de que la extracción supere la capacidad de renovación del acuífero, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la desaparición o disminución del caudal de los manantiales y del caudal base de los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- El Acuerdo General de suspensión de la zona de libre alumbramiento, establece que estará vigente en la porción no vedada del 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; mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Tuxtepec, clave 2010.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Tuxtepec, clave 2010, 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 y restauración del acuífero, a la atención prioritaria de la problemática hídrica en acuíferos con escasez del recurso, al control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero, 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 precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los concesionarios y asignatarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la porción correspondiente al acuífero Tuxtepec, clave 2010, la veda establecida mediante el "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Oaxaca, cuya extensión y límites geopolíticos comprenden los ex distritos de Etla, Centro, Tlacolula, Zimatlán y Ocotlán, Oax.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de septiembre de 1967.
- Suprimir en la porción correspondiente al acuífero Tuxtepec, clave 2010, la veda establecida mediante el "DECRETO por el que se establece el Distrito de Protección Contra Inundaciones, Drenaje y Riego del Bajo Río Papaloapan", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 1973.
- Suprimir en la porción correspondiente al acuífero Tuxtepec, clave 2010, la veda establecida mediante el "DECRETO que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales", publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de agosto de 1973
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Tuxtepec, clave 2010, y que en dicho acuífero quede sin efectos el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 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, 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 Tuxtepec, clave 2010, Estado de Oaxaca, 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 28 días de enero de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.