

ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, en el Estado de Durango.

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

JOSE LUIS LUEGE TAMARGO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Organismo 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 XLI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XVIII, XXXII, XXXV, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1o., 14 fracciones I, V, y XV, 73 y 77 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, en vinculación con el diverso 52 fracción V, incisos b) y e) 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 5 de diciembre del 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 materia de este estudio, se le asigna el nombre oficial de Valle de Santiaguillo, clave 1001;

Que el 31 de enero de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización."; en el cual se incluye al acuífero 1001 Valle de Santiaguillo, Estado de Durango;

Que en dicho Acuerdo se determinó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 1001 Valle de Santiaguillo, obteniéndose un valor de -39.351828 millones de metros cúbicos anuales (millones de m³/año), con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de abril de 2002, 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 del 2002 en el Diario Oficial de la Federación, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas;

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.";

Que en dicho Acuerdo se actualizó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 1001 Valle de Santiaguillo, obteniéndose un valor de -15.472461 millones de m³/año, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008, de conformidad con la mencionada Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000;

Que en este mismo Acuerdo también se modifican, para su mayor precisión, los límites del acuífero 1001 Valle de Santiaguillo que se establecieron en el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización.";

Que en la superficie del acuífero 1001 Valle de Santiaguillo el Ejecutivo Federal no ha decretado zonas de veda, reglamentadas o declaratoria de reservas en materia de aguas nacionales del subsuelo;

Que en los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua, principalmente para desarrollo agrícola en diversas zonas del Estado de Durango, y al determinarse que la disponibilidad de agua en el acuífero 1001 Valle de Santiaguillo presenta un déficit, existe el riesgo de que se ocasionen graves afectaciones en el cuerpo de agua o en los usuarios del recurso de seguir realizando sin control captaciones de las aguas nacionales, con lo que se frena y compromete el desarrollo sostenible de todos los sectores productivos de la región; en específico, los que dependen altamente del agua subterránea;

Que atendiendo a la situación que ha quedado señalada y al déficit en la disponibilidad de agua del acuífero 1001 Valle de Santiaguillo, esta Comisión Nacional del Agua procedió, con fundamento en los artículos 38 párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, a formular los presentes estudios técnicos, para determinar la procedencia de declarar en dicha zona un ordenamiento para el control de la explotación de las aguas nacionales del subsuelo;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios organizados en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Valle de Santiaguillo, órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, a quien se les presentó el resultado de los mismos en la reunión realizada el día 28 de agosto del 2008 en el municipio de Nuevo Ideal, del Estado de Durango; recibiendo sus comentarios, observaciones y propuestas;

Que en virtud de las consideraciones expuestas, he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS ESTUDIOS TECNICOS DEL ACUIFERO
VALLE DE SANTIAGUILLO, CLAVE 1001 EN EL ESTADO DE DURANGO**

ARTICULO PRIMERO.- Los límites del acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, en el Estado de Durango, están definidos en forma simplificada por las poligonales cuyos vértices se enumeraron 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, en los siguientes términos:

ACUÍFERO 1001 VALLE DE SANTIAGUILLO

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	104	39	36.0	24	42	0.0
2	104	42	0.0	24	39	0.0
3	104	47	24.0	24	37	48.0
4	104	51	36.0	24	40	48.0
5	105	0	0.0	24	39	36.0
6	105	5	24.0	24	36	0.0
7	105	8	24.1	24	36	36.0
8	105	15	36.0	24	54	0.0
9	105	13	48.0	24	56	24.0
10	105	16	48.0	24	58	48.0
11	105	15	36.0	25	0	36.0
12	105	19	12.0	25	4	48.0
13	105	18	36.0	25	12	0.0
14	105	9	36.0	25	10	48.0
15	105	3	0.1	25	7	12.1
16	104	56	27.9	25	3	4.3
17	104	51	0.0	25	0	0.0
18	104	45	36.0	24	54	0.0
19	104	44	24.0	24	50	24.1
20	104	45	0.0	24	49	12.0
1	104	39	36.0	24	42	0.0

ARTICULO SEGUNDO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, ubicado en el Estado de Durango, en los siguientes términos:

ESTUDIO TECNICO**1. GENERALIDADES****1.1. Antecedentes**

El acuífero denominado Valle de Santiagoullo, clave 1001, ha sido objeto de estudios realizados por la Comisión Nacional del Agua y por las instituciones que le antecedieron en la administración de las aguas nacionales.

La creciente demanda de agua subterránea en la zona y su insuficiente disponibilidad, ha llevado a la necesidad de minar el acuífero; el uso del agua a costa del almacenamiento subterráneo ha tenido como consecuencia una serie de efectos, tales como agotamiento del recurso, modificación del sistema de flujo subterráneo y desaparición de algunos manantiales.

Para el desarrollo de las diversas actividades económicas de la región se depende de las fuentes de agua superficial y subterránea. Del subsuelo se extraen volúmenes importantes de agua subterránea, principalmente para uso agrícola, y desde hace algunos años el acuífero presenta condiciones de sobreexplotación.

Actualmente, en la superficie del acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, no han establecido zonas vedadas, reglamentadas o declaratoria de reservas en materia de aguas nacionales del subsuelo, lo que dificulta a la Comisión Nacional del Agua llevar el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

1.2. Ubicación y extensión territorial

El acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, se localiza en la porción central del Estado de Durango y tiene una extensión superficial de 2,528 kilómetros cuadrados.

Administrativamente, el acuífero incluye parcialmente los municipios de Canatlán, Santiago Papasquiario y Nuevo Ideal, encontrándose en su mayor parte dentro de este último.

2. POBLACION Y DESARROLLO SOCIOECONOMICO DE LA REGION VINCULADOS CON EL RECURSO HIDRICO

En general, las tasas de crecimiento de la población por municipio en el Estado de Durango han sido negativas, Canatlán presenta una tasa del -1.1% y para Nuevo Ideal del -1.4%, aunque para el caso de Santiago Papasquiario ésta ha sido positiva, de 0.3%, conforme a lo reportado por el Consejo Nacional de Población.

De acuerdo a los datos del Censo de Población 2000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, la región registró 34,625 habitantes, que representan el 2.3% de la población estatal, la cual bajo las tendencias de crecimiento estimadas por el Consejo Nacional de Población, disminuirá hasta 29,321 habitantes en el año 2030. En el Municipio de Nuevo Ideal se presenta un 30% de migración principalmente a Estados Unidos y en menor porcentaje a la capital de Estado y a otras entidades.

Según estimaciones del Consejo Nacional de Población, en la zona que cubre el acuífero, la tasa de crecimiento de la población variará de -1.04% en el 2005 a -4.04% en el 2030.

De acuerdo a los resultados del II Censo de Población y Vivienda (2005) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el Municipio de Nuevo Ideal contaba con un total de 24,245 habitantes, Canatlán con 29,354 y Santiago Papasquiario con 41,539.

ESTIMACIONES DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DENTRO DE LOS LIMITES DEL ACUIFERO

Clave	Municipio/Año	2010	2015	2020	2025	2030
10001	Canatlán	615	591	566	539	511
10039	Nuevo Ideal	25,468	24,405	23,059	22,114	20,868
10032	Santiago Papasquiario	7,442	7,641	7,797	7,902	7,942
	Total	33,525	32,637	31,422	30,554	29,321
	Tasa de crecimiento	-2.16%	-2.65%	-3.72%	-2.76%	-4.04%

La región es preponderantemente rural y registra una baja densidad de población. Del total de habitantes de la región unas 20,993 personas se asientan en localidades rurales y 13,633 personas lo hacen en localidades urbanas.

En un tiempo la principal riqueza del Municipio de Nuevo Ideal fue mineral, que se localizaba en Real de Tejamen, pero actualmente ya no se explota. Hoy, la principal riqueza es forestal, agrícola y ganadera. Se aprovecha principalmente el pino, el encino y el cedro, los que se utilizan para leña y postería.

La agricultura es una de las actividades más importantes del Municipio de Nuevo Ideal, no sólo desde el punto de vista del valor de la producción sino también como generadora de empleos. Los principales cultivos

son frijol, maíz grano, avena forrajera y manzano. En menor medida, la actividad ganadera se desarrolla con las especies vacuna, porcina, caprina, lanar, equina y bovina. Existe actividad comercial debido a la estratégica ubicación de su cabecera. El comercio en la localidad y el abasto satisface las necesidades de la población.

En el Municipio de Santiago Papasquiaro las principales actividades económicas son: la agricultura en la que destacan los cultivos de avena, forrajes y maíz; la ganadería con especies bovina, porcina, ovina, caprina, avícola y apiar; la industria forestal explota principalmente la especie de coníferas; y la minería con las Minas Ciénega de Nuestra Señora, El Metate y La Guadalupeana se extraen oro, plata, zinc y mercurio.

El sector industrial en la región no es relevante, solamente en pequeña escala se encuentran ladrilleras, cestería y fustería.

La economía de la región se analizó por su Valor Agregado Censal Bruto y por la Población Económicamente Activa. El término Valor Agregado Censal Bruto se define como el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo, por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica.

De acuerdo a datos del XII Censo Económico (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1999), la región aporta el 0.72% del Valor Agregado Censal Bruto estatal y el 1.99% del empleo, siendo la población económicamente activa de 3,459 trabajadores, la cual es absorbida principalmente por el comercio, servicios e industria.

La principal aportación se deriva del valor de la producción del sector comercio seguido por servicios, entre ambos aportan el 75% del Valor Agregado Censal Bruto de la región.

Existen 153,117 hectáreas en 5,720 unidades de producción rural. De esta superficie, 76,391 hectáreas corresponden al régimen ejidal y 69,854 hectáreas a pequeñas propiedades, el resto de la superficie total se distribuye entre propiedad pública, comunal y colonia, de acuerdo a los datos del VII Censo Agrícola y Ganadero del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

3. MARCO FISICO

3.1. Clima

El clima de la región es de tipo semiárido templado en el valle y subhúmedo semifrío en la parte montañosa, con lluvias en verano y un invierno frío.

De los datos climatológicos registrados para el periodo 1923-2006 en las estaciones Santiago Papasquiaro, Chinacates, Tejaman, Guatimapé y Canatlán, la precipitación media anual de la zona es de 501 milímetros; el periodo de lluvias comprende los meses de junio a octubre siendo julio el mes más lluvioso y marzo el más seco. La temperatura media anual en el periodo de 1964-2006 fue de 16.3 grados Celsius. La evaporación potencial media anual es de 2,200 milímetros.

3.2. Fisiografía

El área de estudio está comprendida en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental (Manuel Alvarez Jr.), caracterizada por rocas eruptivas principalmente del Mioceno, que cubren y sepultan rocas intrusivas probablemente del Eoceno y que contienen una gran riqueza mineral en la forma de vetas de fisura, vetas de falla y cuerpos de contacto, especialmente en su flanco oriental.

El Valle de Santiaguillo es una planicie alargada, con pendiente reducida, formada por materiales redepositados que han sido transportados por los arroyos que bajan de las sierras hasta converger en la Laguna de Santiaguillo. Este valle se encuentra rodeado por una serie de sierras y elevaciones. Se tienen

cerros con elevaciones de más de 3,000 metros sobre el nivel del mar entre los que destaca el cerro Gordo con 3,340 metros sobre el nivel del mar, el más alto del Estado.

La acumulación de clásticos que han sido transportados por las fuertes avenidas de los arroyos que bajan de las sierras circundantes, han originado extensos abanicos aluviales con pendiente suaves.

3.3. Geología

El Valle de Santiaguillo corresponde a una depresión geológica rellena de materiales granulares y, en menor proporción, de volcánicos. Este valle está limitado al este y oeste por sierras volcánicas donde predominan las ignimbritas, como en la Sierra de la Candelaria.

En menor proporción se encuentran andesitas y materiales asociados, que son las rocas más antiguas que existen en la región, las que sirven de basamento local. Estas se encuentran al pie de la Sierra La Candelaria, al sur de la población de Nuevo Ideal, así como al suroeste y próximo al poblado de José María Morelos.

Las ignimbritas que constituyen la mayor parte de las sierras, se encuentran dispuestas en capas (corrientes de lavas) prácticamente horizontales, con espesores de 20 a 40 metros en promedio. Presentan bordes truncados donde forman las típicas columnas que le dan el nombre de tobas columnares, las cuales llegan a incluir fracturas que permiten la infiltración del agua de lluvia. Estas rocas forman parte de la zona de recarga al acuífero.

Al sur y sureste del área de estudio, se presentan derrames basálticos en forma de pequeños casquetes en los alrededores de la población de Canatlán y norte de la Laguna de Santiaguillo, así como en las partes altas de la Sierra La Candelaria.

En el Valle de Santiaguillo se encuentran materiales aluviales, arcillas, gravas y arenas, depósitos que rellenan una depresión geológica con un espesor de más de 600 metros. Estos materiales se encuentran escasamente consolidados o sueltos, forman comúnmente lentes irregulares, sobrepuestos y sin orden. Son el producto del transporte y depósito del material derivado por erosión de las corrientes superficiales. Presentan permeabilidad y dan origen al acuífero de la región.

En la Laguna de Santiaguillo se encuentran sedimentos finos arcillo-limosos, no consolidados, con capas de sales.

4. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

El Valle de Santiaguillo forma parte de la Región Hidrológico-Administrativa III, Pacífico Norte; hidrológicamente pertenece a la Región Hidrológica Número 11 Presidio-San Pedro y a la Cuenca 01 del Río San Pedro. El Valle de Santiaguillo se considera como cuenca cerrada.

Las principales corrientes superficiales en la zona son el arroyo de San Antonio que nace en las sierras ubicadas al noroeste del Valle, que hacia la Laguna de Santiaguillo donde desemboca, se le conoce como arroyo Tinajuela. El Río de la Magdalena que nace en las inmediaciones de la Sierra del Epazote, también desemboca en la Laguna de Santiaguillo en su porción central y el Río Guatimapé que nace en la Sierra del Epazote, pasa por la población de Guatimapé y después fluye hacia el norte, hasta su desembocadura en la parte sur de la Laguna de Santiaguillo. Esta laguna constituye uno de los principales humedales del país.

En la zona de Santiaguillo la infraestructura hidráulica superficial es muy reducida, limitándose a pequeños almacenamientos que se utilizan para riego y abrevadero, de tal forma que los mismos usuarios, personas físicas o sociedades, las administran, operan y realizan trabajos de conservación y mantenimiento.

5. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

5.1. El Acuífero

El Valle de Santiaguillo corresponde a una depresión geológica rellena de materiales granulares y, en menor proporción, de volcánicos. Está constituido principalmente por materiales aluviales y lacustres, en una secuencia que varía texturalmente de gravas hasta arenas, limos y arcillas, que rellenan una depresión geológica cuyo espesor es del orden de 600 metros en las partes bajas de la cuenca.

Estos materiales se encuentran escasamente consolidados o sueltos, forman comúnmente lentes irregulares, sobrepuestos y sin orden. Son el producto del transporte y depósito del material derivado por erosión de las corrientes superficiales. La permeabilidad de estos materiales es variable, de baja en las áreas arcillosas del fondo lacustre a alta en las márgenes con abanicos aluviales.

En los vasos y periferia de la Laguna de Santiaguillo, se encuentran sedimentos que por su fina granulometría impiden la infiltración del agua al subsuelo.

Las ignimbritas producto de derrames piroclásticos exhiben verticalmente un cambio gradual de tenacidad, de medianamente bajo índice de piroconsolidación en la porción inferior a muy alto en la cima. Los espesores bien piroconsolidados generan fracturas verticales que se unen entre sí formando burdas columnas, a través de tales fracturas se infiltra el agua de lluvia reteniéndola temporalmente para descargarla en diversos manantiales semipermanentes y de caudal reducido.

Se considera que los horizontes de mayor fracturamiento ofrecen condiciones de unidades de roca semipermeable, no así el material no fracturado que representa un 75% del total de rocas de este tipo expuestas en el área y que se asume impermeable.

5.2. Niveles del Agua Subterránea

En el año 2007, los niveles del agua subterránea se registraron a profundidades de 2 metros, en la parte sureste del valle hacia la Laguna de Santiaguillo, y de más de 70 metros hacia el noroeste del acuífero. La mayor profundidad registrada fue de 73 metros.

La elevación de los niveles del agua subterránea varía entre 1,950 y 1,995 metros sobre el nivel del mar. De la configuración correspondiente al año 2007, se infiere que el agua subterránea circula de los flancos montañosos hacia las partes bajas de la cuenca, en la ciénega de la Laguna de Santiaguillo. No existe una descarga subterránea del acuífero.

En el periodo comprendido entre los años 1981 al 2007, se registraron abatimientos promedio de los niveles del agua de 2 a 30 metros. El abatimiento medio en el acuífero para el periodo de referencia fue de 28 centímetros anuales.

5.3. Extracción y Uso del Agua Subterránea

La información disponible muestra que el acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, es explotado a través de 1,671 captaciones de agua subterránea, atendiendo al uso del agua, están distribuidas de la siguiente manera: 666 agrícolas, 255 pecuario, 74 público urbano, 15 doméstico, 4 industrial y 657 múltiples. El volumen de extracción total se estima en 60 millones de m³/año.

Según la información recabada, la extracción total se distribuye por usos del agua como sigue: 46.57 millones de m³/año (77.62%), al uso agrícola; 11.24 millones de m³/año (18.73%), a usos múltiples; 1.93 millones de m³/año (3.22%) corresponde al uso público-urbano; 0.24 millones de m³/año (0.40%), al pecuario; 0.02 millones de m³/año (0.03%), al industrial y al doméstico.

5.4. Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea

La concentración de los sólidos totales disueltos en el acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, varía de 300 a 800 miligramos por litro, sólo en puntos locales como en La Concha, se alcanzan valores hasta de 2,000 miligramos por litro y en Campo Verde de 1,130 miligramos por litro, los cuales rebasan el límite máximo permisible para el agua de uso y consumo humano que es de 1,000 miligramos por litro, tomando como referencia 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. En general la salinidad del agua en la región es baja.

Respecto a la presencia de sodio, éste proviene principalmente de feldespatos sólidos de las rocas ígneas de la región, en las muestras de agua el contenido de sodio varía de 10 a 100 miligramos por litro. En la zona de estudio, se observa un incremento en su concentración de igual forma que la observada para los sólidos totales disueltos. Al noroeste cerca de la Palestina, las curvas se agrupan en una isolinéa con valor de 50 miligramos por litro, en La Concha se tienen concentraciones de hasta 100 miligramos por litro, cerca de Hamburgo y Guatimapé.

La presencia del cloruro en el agua se debe a la disolución de materiales que constituyen las rocas ígneas de la mayor parte del área. El contenido de cloruros varía de 20 a 40 miligramos por litro, en la porción noroccidental del valle se observan contenidos de 60 miligramos por litro en Palestina y de 170 miligramos por litro en La Concha. El incremento en su concentración tiene lugar también en forma similar al contenido de sodio.

La concentración de sulfatos en el agua de la zona de estudio se incrementa de la periferia hacia la porción centro-oriental del valle, varía de 50 a 200 miligramos por litro y no rebasa el límite máximo permisible de 400 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".

La presencia de calcio se debe principalmente a la disolución de feldespatos cálcicos y de rocas ígneas que afloran en el área y a los horizontes de caliche, originados por la precipitación de carbonato de calcio de las aguas superficiales por evaporación. El contenido de calcio en las muestras de agua varía de 20 a 160 miligramos por litro, sólo en La Concha se han reportado valores de 350 miligramos por litro. El incremento de la concentración de calcio no está bien definido, pero el sentido predominante es de la periferia del valle hacia la porción centro-oriental del valle.

La fuente de origen del magnesio presente en el agua subterránea la constituye primordialmente los minerales ferromagnesianos de las rocas ígneas extrusivas que afloran en toda el área. La concentración de magnesio en las muestras de agua varía de 20 a 50 miligramos por litro. El incremento en la concentración ocurre en la periferia hacia la porción centro oriental del valle.

La clasificación del agua según el criterio de Wilcox, relativo al riesgo salinización del suelo a partir del agua, es comúnmente empleada en los estudios agronómicos. En la mayor parte del valle, el agua se clasifica como C2S1 que corresponde a aguas con contenido medio de sales y baja cantidad de sodio, con bajo y moderado riesgo de alcalinización y salinización del suelo; existiendo las clases C1S1 con baja salinidad y bajas en sodio siendo adecuadas para aplicarse en el riego de todos los cultivos y casi cualquier tipo de suelo con pocas posibilidades de que se desarrollen condiciones adversas de salinidad y/o sodio intercambiable y la C3S1 con salinidad alta pero bajo contenido de sodio.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos disponibles, el agua subterránea del acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001, es apta para uso agrícola y ganadero; mostrando en general bajos contenidos en los elementos analizados.

5.5. Modelo conceptual del acuífero

Dentro del Valle de Santiaguillo, la unidad litológica productora de agua en la que se encuentra la mayor parte de las captaciones está comprendida por los sedimentos aluviales y lacustres. Los materiales granulares (arenas, limos y arcillas) que rellenan el Valle de Santiaguillo, presentan una permeabilidad media a baja que permite la infiltración, circulación y almacenamiento de agua en el subsuelo, dando origen al acuífero Valle de Santiaguillo, clave 1001.

El acuífero tiene un espesor aproximado de 600 metros. Se recarga a partir de la infiltración de agua de lluvia, tanto directamente sobre el valle como en las sierras que lo circundan. Las zonas de mayor recarga corresponden a los depósitos de pie de monte, a las partes bajas del valle donde los basaltos fracturados funcionan como transmisores de agua hacia los rellenos aluviales, a los afloramientos de ignimbritas fracturadas, así como a los cauces de las corrientes superficiales.

Con excepción de los fuertes gradientes hidráulicos que se encuentran en los bordes de la sierra, casi todo el valle presenta gradientes suaves. La aportación por flujo subterráneo al acuífero es importante.

La descarga del acuífero tiene lugar principalmente por la extracción por bombeo. Las descargas por evapotranspiración y manantiales son bajas. No existe una descarga subterránea del acuífero.

En la época de máximo estiaje, la mayoría de las norias que rodean a la Laguna de Santiaguillo permanecen secas, ya que un 50% de la laguna se reduce en ese periodo.

En general, el sentido del flujo subterráneo es desde las estibaciones de las serranías circundantes al valle hacia la parte baja, y del sureste al noroeste. Ambos flujos confluyen en la ciénega de la Laguna de Santiaguillo.

5.6. Balance de Agua Subterránea

Con base en el modelo conceptual descrito, la recarga del acuífero se estimó aplicando el método conocido como "Balance de Aguas Subterráneas" al intervalo de tiempo 1981-2007. La expresión más sencilla del balance es:

$$\text{RECARGA} = \text{DESCARGA} + \text{CAMBIO DE ALMACENAMIENTO}$$

La descarga total del acuífero es estimada; el cambio de almacenamiento se cuantifica a partir de la evolución de los niveles del agua registrado en los pozos de monitoreo, y la recarga es determinada por diferencia en la ecuación de balance. En este caso particular, la descarga del acuífero está compuesta por la extracción de las captaciones (60 millones de m³/año), manantiales (0.2 millones de m³/año) y por la evapotranspiración en áreas con niveles freáticos someros (7.8 millones de m³/año), componentes que en conjunto totalizan un volumen de 68.0 millones de m³/año.

Para el cálculo del cambio en el volumen de almacenamiento, se consideró la evolución piezométrica del acuífero en el intervalo de tiempo del año 1981 al 2007, con base en la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático. Determinando el abatimiento de los niveles en zonas de igual evolución, valor que aplicado al área de cada zona donde se presentan dichos abatimientos y aplicado al coeficiente de almacenamiento de 0.06, resulta un cambio de almacenamiento de -17.29 millones de m³/año.

Sustituyendo estos valores en la expresión anterior, la recarga total del acuífero resulta:

$$\text{Recarga total media anual} = 50.7 \text{ m}^3/\text{año}.$$

5.7. Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

El 31 de enero de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización"; en el que la

disponibilidad media anual para el acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, resultó con un valor de -39.351828 millones de m³/año.

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 para el acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, se actualizó la disponibilidad media anual de agua de este acuífero, conforme al método señalado en la "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", con fecha de corte del Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008, en los siguientes términos:

XXXIV. REGION HIDROLOGICO-ADMINISTRATIVA III "PACIFICO NORTE"

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					

ESTADO DE DURANGO

1001	VALLE DE SANTIAGUILLO	50.7	8.0	58.172461	60.0	0.000000	-15.472461
------	-----------------------	------	-----	-----------	------	----------	------------

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.

Estos resultados indican que no existe disponibilidad de agua subterránea para extracciones adicionales a las ya existentes.

Adicionalmente al volumen concesionado, por encontrarse la superficie del acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, en una zona donde no aplican las disposiciones de un decreto de veda, reglamento o reserva, en el Registro Nacional Permanente del Registro Público de Derechos de Agua se tiene registrado un volumen de 23,632,567.25 m³/año.

Las cifras anteriores nos indican: a) que no existe volumen disponible en el acuífero denominado Valle de Santiagoullo, clave 1001, b) que el volumen máximo de extracción de las captaciones en el acuífero debe ser de 42.7 millones de m³/año, resultado de restar la descarga natural comprometida (8.0 millones de m³/año) a la recarga total media anual (50.7 millones de m³/año).

6. SITUACION REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

En el área que ocupa el acuífero 1001 Valle de Santiagoullo, clave 1001, no se han decretado zonas de veda, reglamentadas o reserva de aguas del subsuelo, por lo que los particulares perforan nuevas captaciones e incrementan las extracciones del acuífero, sin autorización de la autoridad, lo que dificulta a la Comisión Nacional del Agua llevar el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

Por lo anterior, pueden existir captaciones en operación que no estén registradas en el Registro Público de Derechos de Agua ni cuenten a la fecha con título de concesión, pero que al momento de emitirse un ordenamiento para el control de la extracción de las aguas el acuífero Valle de Santiagoullo, clave 1001, deberán considerarse en el proceso de integración del padrón de usuarios.

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Valle de Santiagoullo, como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, integrado por representantes de los sectores de usuarios del agua subterránea, se instaló el 18 de enero de 2005, con el objeto de formular, promover y ejecutar acciones que contribuyan a la estabilización del acuífero.

7. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE EXPLOTACION, LA SITUACION REGULATORIA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO SOCIOECONOMICO DE LA REGION

7.1. Escasez natural de agua

El acuífero Valle de Santiago, clave 1001, está ubicado en una región con clima de tipo semiárido templado en el valle y semihúmedo frío en la parte montañosa, con una precipitación pluvial media anual y un evaporación potencial media anual de 501 y 2,200 milímetros por año, respectivamente. La mayor parte del agua precipitada se evapora, dejando un reducido excedente que genera escurrimiento o infiltración. En la zona de Santiago la infraestructura hidráulica superficial es muy reducida, limitándose a pequeños almacenamientos que se utilizan para riego y abrevadero.

El artículo 7 BIS fracciones V y VII de la Ley de Aguas Nacionales declara que es de interés público la atención prioritaria de la problemática hídrica en las localidades, acuíferos, cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas con escasez del recurso; y el control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales y del subsuelo.

7.2. Sobreexplotación

Ante la creciente demanda de agua subterránea y la insuficiente disponibilidad de los recursos hídricos en la zona, se ha llegado a la necesidad de minar el acuífero, es decir, aprovechar su reserva almacenada no renovable; ello ha generado un impacto ambiental que frena y compromete el desarrollo sostenible de todos los sectores productivos de la región; en específico, los que dependen altamente del agua subterránea.

Según los resultados del balance, la extracción de agua del acuífero supera a su recarga media anual, con lo cual se encuentra en una condición de sobreexplotación. Esta condición será agravada si se continúa la construcción de captaciones, pues su extracción incrementará la sobreexplotación.

El uso del agua a costa del almacenamiento subterráneo ha tenido como consecuencia una serie de efectos, tales como agotamiento del recurso, modificación del sistema de flujo subterráneo y desaparición de algunos manantiales.

Adicionalmente, la sobreexplotación ha provocado conos de abatimiento en las áreas de concentración de las captaciones, lo que ha traído como consecuencia incrementos en los costos de extracción y una competencia entre los usuarios por el aprovechamiento del agua generando una condición no sostenible.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- El acuífero Valle de Santiago, clave 1001, tiene un recurso hídrico limitado que debe estar sujeto a una explotación controlada.
- El volumen de agua subterránea explotado en la zona es de 60.0 millones de m³/año, de los cuales el 78% se destina al uso agrícola.
- De acuerdo a los estudios técnicos, el acuífero se encuentra en una condición de sobreexplotación, al ser el valor de su recarga menor al volumen de extracción, al modificarse el sistema de flujo subterráneo y al desaparecer algunos manantiales.
- En la situación actual y conforme a la 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, el acuífero tiene un déficit de agua.
- En general, el agua subterránea en la región del acuífero Valle de Santiago, clave 1001, es de calidad apta para uso público urbano, agrícola y ganadero.
- Toda la superficie del acuífero se encuentra en zona donde no se ha decretado zona de veda, reglamentada o declaratoria de reserva de aguas nacionales del subsuelo.

- De no controlarse la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo del acuífero Valle de Santiago, clave 1001, a fin de utilizar únicamente su volumen renovable anual, se está en riesgo de sobrepasar su capacidad explotable y, con ello, ocasionar perjuicios económicos, sociales y ambientales en la región.
- Conforme a los resultados expuestos, el acuífero Valle de Santiago, clave 1001, requiere el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, causales de utilidad e interés público, referidas en la Ley de Aguas Nacionales que sustentan el establecimiento de un ordenamiento para la explotación de las aguas del subsuelo.

8.2. Recomendaciones

- La escasez natural del agua en contraste con la creciente demanda del recurso hídrico implica un riesgo de que se agrave la sobreexplotación, constituyendo con ello que se configuren las hipótesis de interés y utilidad pública, necesarias para declarar veda en la región para el control de las extracciones.
- Considerando que la actual unidad de gestión es el acuífero, se debe establecer una veda que se extienda a los límites del acuífero Valle de Santiago, clave 1001.
- Una vez que tenga registrado en el Registro Público de Derechos de Agua el universo de usuarios del acuífero, se deberá ajustar el volumen de extracción, que en este estudio se estimó en 60 millones m³ anuales, al volumen máximo de extracción de 42.7 millones de m³ anuales, mediante un programa de reducciones.
- El programa de reducción de las extracciones formará parte del reglamento del acuífero, el cual será formulado en etapas posteriores a la veda, por la Comisión Nacional del Agua con la participación de los asignatarios y concesionarios del acuífero.
- Evaluar periódicamente el comportamiento del acuífero para identificar su respuesta a las acciones que se emprendan.

Referencias Bibliográficas:

- CONAGUA, "Estudio geohidrológico preliminar en la zona de Santiago, Estado de Durango", 1973.
- CONAGUA, "Actualización del estudio geohidrológico de la zona de Santiago, Estado de Durango", 1980.
- 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.
- 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.
- CONAGUA, "Estudio técnico del impacto por la explotación del agua subterránea en el acuífero (1001) Valle de Santiago, estado de Durango.", 2005
- La Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Secretaría de Gobernación, 2005. www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia.

TRANSITORIOS

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

ARTICULO SEGUNDO.- Los documentos en extenso que contienen los detalles técnicos, las figuras y planos correspondientes, están disponibles para consulta pública en las Oficinas de la Comisión Nacional del Agua en su Nivel Nacional, que se ubica en Insurgentes Sur 2416, Col. Copilco El Bajo, México, D.F., C.P.

04340; en su nivel Hidrológico-Administrativo en el Organismo de Cuenca Pacífico Norte, en Avenida Federalismo y Bulevar Culiacán s/n, Colonia Recursos Hidráulicos, Culiacán, Sinaloa, C.P. 80100; y en la Dirección Local Durango, en Bulevar Francisco Villa km 6.5, Ciudad Industrial Durango, Durango, Durango, C.P. 34208.

Atentamente

México, Distrito Federal, a los seis días del mes de julio de dos mil diez.- El Director General, **José Luis Luege Tamargo**.- Rúbrica.