

## **SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.**

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, y 1, 8, primer párrafo, 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;

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", a través del cual, al acuífero objeto de este estudio técnico se le asignó el nombre oficial Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas;

Que mediante 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, se modificaron los límites del acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, identificados con vértices de la poligonal simplificada en coordenadas geográficas que fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum;

Que el 4 de enero de 2018, 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 del acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, obteniéndose un déficit de 82.928348 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015;

Que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 27 de marzo de 2015 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960, cuyas disposiciones aplican en las áreas centro y oriente del acuífero Aguanaval, clave 3214;
- b) “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, cuyas disposiciones aplican en las áreas noreste y poniente del acuífero Aguanaval, clave 3214, y
- c) “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas, así como en el resto de los Municipios del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en los municipios señalados”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de agosto de 1988, cuyas disposiciones aplican en las áreas norte y sur del acuífero Aguanaval, clave 3214;

Que el acuífero referido se encuentra completamente vedado por los Decretos anteriores; no obstante, dichos instrumentos regulatorios no han sido suficientes para lograr revertir la problemática que a lo largo de estos años ha enfrentado el acuífero Aguanaval, clave 3214, aunado a las condiciones hidrológicas que se precisan en el presente estudio técnico, y la gran demanda de aguas subterráneas, principalmente para uso agrícola que hay en la región;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en los artículos 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, ha procedido a formular el estudio técnico del acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, con el propósito de determinar si es necesario modificar el marco regulatorio vigente en materia de control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero, conforme a las causales de utilidad e interés público previstas en la propia Ley, y en su caso, sustentar la emisión del ordenamiento procedente mediante el cual se establezcan los mecanismos para su regulación, que permita llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la elaboración del estudio técnico, se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval, a quienes se les presentaron los resultados del mismo en la Décima Primera Reunión Ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia, celebrada el día 18 de junio de 2015, en la Ciudad de Lerdo, en el Estado de Durango, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO AGUANAVAL, CLAVE 3214, EN EL ESTADO DE ZACATECAS, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VII, CUENCAS CENTRALES DEL NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se dan a conocer los resultados del estudio técnico realizado en el acuífero Aguanaval, clave 3214, ubicado en el Estado de Zacatecas, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Aguanaval, clave 3214, se localiza al noroeste de la Ciudad de Zacatecas (Mapa 1), con una superficie de 2,804 kilómetros cuadrados; se circunscribe en los municipios de Fresnillo con el 74.7 por ciento; Saín Alto con el 16.3 por ciento; Jerez con el 4.5 por ciento; Valparaíso con el 2 por ciento; Río Grande con el 1.4 por ciento y Cañitas de Felipe Pescador con el 1.1 por ciento. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.

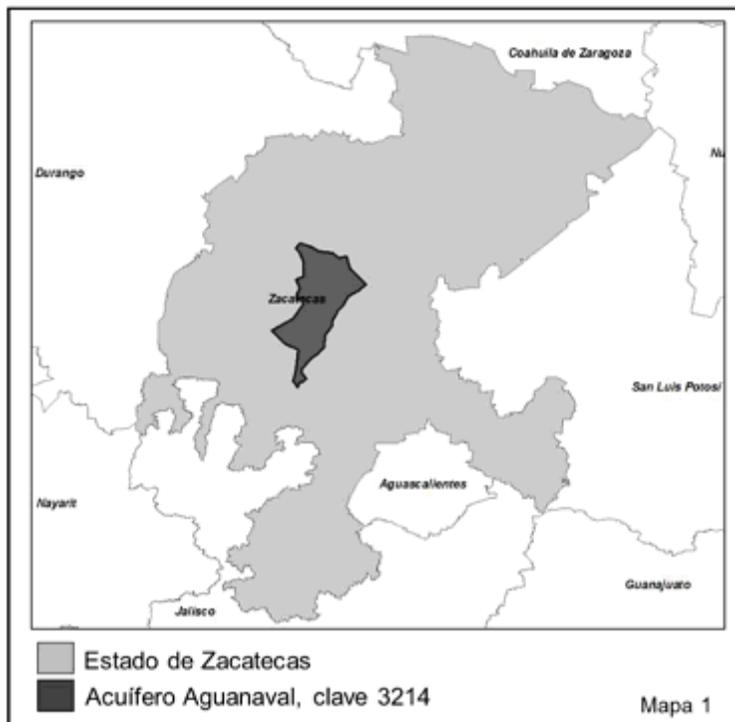
Los límites del acuífero Aguanaval, clave 3214, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación y corresponden a las establecidas en el “ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, 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 AGUANAVAL, CLAVE 3214**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	103	14	21.5	22	43	16.1
2	103	13	31.5	22	46	10.3
3	103	12	42.1	22	50	51.1
4	103	12	14.9	22	56	14.9
5	103	17	34.1	22	58	40.2
6	103	20	10.9	23	1	43
7	103	23	14.5	23	4	17.2
8	103	14	16	23	9	27.5
9	103	10	8	23	15	21.7
10	103	9	33.1	23	17	46.5
11	103	12	48.4	23	17	22
12	103	12	46.8	23	19	38.6
13	103	11	29.7	23	21	57.5
14	103	13	8.3	23	25	49.6
15	103	10	7.7	23	27	5.7
16	103	10	5.2	23	33	14.5
17	103	11	31.1	23	36	44.9
18	103	13	13.4	23	38	50.2
19	103	11	33.1	23	40	49.7
20	103	6	40.2	23	39	13.3
21	103	3	26.1	23	37	29.7
22	102	57	57.7	23	36	45.6
23	102	55	9.9	23	34	43.5
24	102	51	59.1	23	35	18.9
25	102	50	35.1	23	30	9.3
26	102	48	52.9	23	28	48.9
27	102	44	2.3	23	23	26.2
28	102	47	12.7	23	21	10.2
29	102	51	22.4	23	18	40.8
30	102	53	32.1	23	14	27.2
31	102	55	51.7	23	12	23.3
32	102	57	52	23	8	17
33	102	57	50.5	23	6	39
34	103	1	10.1	23	2	4.9
35	103	1	18.9	22	57	44.3
36	103	3	53.9	22	54	42.5
37	103	6	30.4	22	52	54.7
38	103	10	29.9	22	48	27
39	103	10	40.9	22	46	45
40	103	8	49	22	44	14.7
41	103	9	53.2	22	43	2.5
42	103	11	29.5	22	42	51.3
43	103	12	33.7	22	40	42.8
44	103	13	2.9	22	41	40.2
1	103	14	21.5	22	43	16.1

Las coordenadas geográficas señaladas, fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum.

Para mayor precisión se ilustra en el siguiente mapa, la ubicación del acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas:



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

De acuerdo con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censo 2000, Censo 2005 y la Proyección de Población 2005-2050 del Consejo Nacional de Población, la población circunscrita al acuífero Aguanaval, clave 3214, es de 57,904 habitantes distribuidos en 3 localidades urbanas que se ubican en el Municipio de Fresnillo, que concentra el 21 por ciento de la población, y 338 localidades rurales con el 79 por ciento. Al año 2040, se espera un incremento de 2,843 habitantes, es decir, un aumento del 4.9 por ciento, siendo las localidades urbanas las de mayor crecimiento. Se estima un incremento de 39 litros por segundo de agua potable con respecto a la demanda actual de 395.8 litros por segundo, que en términos porcentuales representa un 9.8 por ciento. Las aguas residuales aumentarán en 33.9 litros por segundo, es decir, 36.8 por ciento respecto al actual. Las coberturas promedio de agua potable y alcantarillado actualmente son de 92.8 por ciento, para las localidades urbanas y 69.8 por ciento, para las localidades rurales. Del volumen de agua subterránea extraído del acuífero Aguanaval, clave 3214, el 6.6 por ciento es para uso público-urbano.

El sector agrícola es el principal usuario del agua en el acuífero Aguanaval, clave 3214. Para el período comprendido entre los años 2001 a 2008, se reportaron alrededor de 82,266 hectáreas bajo explotación agrícola, de las cuales 20,050 hectáreas, equivalentes al 24 por ciento son de riego, y 62,216 hectáreas son de temporal, que representan el 76 por ciento. En términos de valor de la producción, aun cuando la superficie de agricultura de riego es aproximadamente cuatro veces menor a la de temporal, representa poco más de dos tercios del valor total de la producción, de forma general, la demanda agrícola supera por sí sola a la recarga natural. Este sector es el principal usuario de agua subterránea extraída con el 93.4 por ciento del total.

Con base en su extensión, los principales cultivos cíclicos son maíz, frijol, chile verde y chile seco, mientras que entre los perennes, se ubica a la alfalfa como el de mayor importancia. Se estima que prácticamente el 91 por ciento del volumen de extracción anual se consume por los cultivos cíclicos, y el 9 por ciento restante por los perennes. Para este último caso, la alfalfa representa por sí sola el 53 por ciento del agua requerida para cultivos perennes. Se estima que se siembran bajo riego 20,050 hectáreas por año, equivalente al 14 por ciento de la superficie de riego en el Estado.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García en 1964 para las condiciones de la República Mexicana, el clima imperante en las partes topográficamente bajas es semiseco templado (BS1kw). Es un clima seco estepario que corresponde con el más seco de este tipo de climas, subtipo semiseco. La lluvia se concentra en verano, cuando el mes de máxima precipitación cae dentro del período mayo-octubre, donde se recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que en el mes más seco del año. Se caracteriza por presentar una temperatura media anual que varía entre 18 y 22 grados centígrados, la temperatura media del mes más frío es menor de 18 grados, con invierno fresco. En las partes topográficamente altas de las sierras es templado subhúmedo con lluvias en verano; este clima está asociado con una vegetación compuesta principalmente por bosque de encino, encino-pino, chaparral y arbustos, el clima que predomina es semiseco templado.

La precipitación media, calculada para el periodo comprendido entre los años 1980 al 2009, fue de 443 milímetros al año, y la evaporación potencial promedio de 2,000 milímetros anuales.

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

El área que comprende el acuífero Aguanaval, clave 3214, se ubica en la porción limítrofe entre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental y Mesa Central, asimismo, se encuentra comprendida en las Subprovincias Sierras y Valles Zacatecanos de la Sierra Madre Occidental; Llanuras y Sierras Potosinas-Zacatecanas y Sierras y Llanuras del Norte de la Mesa Central. La primera abarca la parte occidental, mientras que la segunda comprende la porción oriental del acuífero únicamente en el extremo suroccidental se desarrolla la Subprovincia de Sierras y Llanuras del Norte.

Los principales sistemas de topoformas son una llanura aluvial que presenta elevaciones promedio de 2,050 metros sobre el nivel del mar, delimitada al norte, este y sureste por lomeríos muy suaves y aislados con bajadas, al sur se distinguen bajadas aluviales y sierras bajas, de estas últimas destaca la Sierra de Fresnillo que presenta elevaciones del orden de 2,700 metros sobre el nivel del mar; al oeste los rasgos corresponden a bajadas aluviales, lomeríos con bajadas y sierras altas con mesetas, esta última conocida como Sierra Chapultepec, que es el principal sistema montañoso, donde se ubican las máximas elevaciones del orden de 2,800 metros sobre el nivel del mar. El drenaje superficial integrado por corrientes intermitentes es de tipo sub-paralelo y dendrítico poco desarrollado. Por sus características, la región se ubica en una etapa geomorfológica de madurez temprana.

#### **3.3 Geología**

La unidad estratigráfica más antigua está conformada por rocas del Jurásico-Cretácico, conocidas como Formación Chilitos, constituida por una secuencia de material vulcanosedimentario metamorfoseado, afín al Terreno Guerrero, que aflora 2.5 kilómetros al sur de la Ciudad de Fresnillo.

Las estructuras generadas por los efectos de la Orogenia Laramide, están representadas por los afloramientos de rocas sedimentarias cretácicas, expuestos en la Sierra Chapultepec e inmediaciones de la Ciudad de Fresnillo. Este sistema Cretácico está conformado por un paquete de sedimentos de origen marino del Grupo Proaño constituido por grauvacas, lutitas arcillosas, lutitas carbonosas y calcáreas, y calizas; esta unidad está cubierta por la Formación Papantón que es una secuencia de calizas estratificadas y que presentan horizontes de areniscas. Este conjunto estratigráfico se encuentra subyaciendo a la Formación Indidura que consiste en intercalaciones de calizas arcillosas y lutitas calcáreas de estratificación laminar a delgada.

De Edad Cretácica se tiene la presencia de la Formación Caracol, consta de areniscas líticas (grauvacas), con granos finos y medios con grado de redondeamiento que va de anguloso a subangulosos, se disponen en capas de espesor delgado y medio, y se intercalan lutitas calcáreas y calizas arcillosas, estas últimas de estructura lenticular. La unidad se encuentra conformando frecuentes lomeríos y porciones planas, que por la baja resistencia a la erosión frecuentemente se presentan cubiertos por materiales recientes.

El Sistema Terciario lo componen la Formación Ahuichila, representada por depósitos continentales constituidos por fragmentos bien redondeados de calizas y pedernal, compactos y de color gris rojizo; se relaciona con los primeros depósitos de características continentales, formados como consecuencia de la emersión del continente generada por la Orogenia Laramide, la Formación Santa Inés, constituida por fragmentos de rocas volcánicas, secuencia que paulatinamente conforma conglomerados hacia la cima. Las rocas Ígneas Intrusivas Félsicas engloban al conjunto de rocas plutónicas del Terciario que afectan a las calizas cretácicas, y que afloran al norte de la Ciudad de Fresnillo y al sur del poblado Monte Mariana. En la primera de estas localidades se determinó que corresponden a un pórfido cuarzomonzonítico. El cuerpo intrusivo corresponde a un dique que intrusiona a las rocas marinas cretácicas.

El Terciario Volcánico lo componen un conjunto de rocas que están íntimamente relacionados con los eventos magmáticos que dieron origen a la Sierra Madre Occidental, en donde se han determinado dos grandes grupos, denominados como Serie Volcánica Inferior y Serie Volcánica Superior; se considera que las rocas volcánicas que se encuentran expuestas en los sectores meridional y occidental del área estudiada, corresponden con esta última secuencia volcánica. Las sierras de Fresnillo y Chapultepec, se encuentran constituidas por ignimbritas, derrames riolíticos y tobas, con espesores de 600 a 800 metros. El vulcanismo originó también Basaltos de Edad Cuaternaria.

Los sedimentos de edad cuaternaria que coronan la secuencia estratigráfica de la zona, están representados por materiales aluviales presentes en cauces de arroyos, abanicos, depósitos de talud y suelos residuales.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

El acuífero Aguanaval, clave 3214, se localiza dentro de la Región Hidrológica Número 36 Nazas-Aguanaval, en las Cuencas Presa Santa Rosa y Presa Cazadero. Asimismo, un área, que corresponde a una quinta parte del acuífero, ubicada en la porción suroeste se circunscribe dentro de la Región Hidrológica Número 37 El Salado, Cuenca Fresnillo-Yescas. El acuífero se sitúa en una cuenca topográficamente abierta, de forma irregular, ligeramente alargada con orientación norte-sur. Al este se encuentra delimitada por la Sierra de Fresnillo, al oeste por la Sierra Chapultepec, al sur por la Sierra Los Cardos y al norte por cerros y lomeríos de poca elevación.

Dadas las características inherentes a la zona, la principal corriente superficial es el Río Aguanaval, el cual cruza el acuífero de sur a norte, para desembocar en la Región Lagunera de los estados de Durango y Coahuila. El río es de carácter intermitente con transición a temporal, a éste se conectan diversos arroyos intermitentes que bajan de las serranías antes mencionadas, aportando su caudal.

La Presa Leobardo Reynoso es la de mayor capacidad en la zona, prácticamente almacena un volumen 8.5 veces mayor, comparado con el almacenamiento de la segunda presa más importante, la Presa Santa Rosa, misma que cuenta con una capacidad de 14 millones de metros cúbicos. Dentro de la poligonal del acuífero se tienen identificadas 8 presas, que en conjunto suman una capacidad de almacenamiento de 149 millones de metros cúbicos, que se utilizan en el riego de 6,457 hectáreas. La Presa Leobardo Reynoso aporta agua para regar el 75 por ciento de la superficie total beneficiada.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

El acuífero Aguanaval, clave 3214, es de tipo libre, está constituido por sedimentos clásticos arenas tobáceas y conglomerados depositados en una fosa de origen tectónico. Los espesores máximos de los materiales granulares que constituyen el acuífero son del orden de 600 metros. Las estructuras que predominan en la zona, corresponden con un conjunto de fallas y fracturas asociadas a un evento distensivo. Los límites del acuífero coinciden con el parteaguas que delimita a la cuenca, las fronteras laterales y basamento son las rocas volcánicas de Edad Terciaria, así como las rocas de las Formaciones Caracol, Indidura, Papantón y Chilitos.

La recarga que recibe el acuífero proviene de la precipitación pluvial que se infiltra a través del fracturamiento de las rocas volcánicas. Existe la posibilidad de que se tengan también entradas por flujo horizontal de la zona de Ábrego. La descarga de agua subterránea es principalmente por bombeo de pozos, norias y por flujo base del Río Aguanaval. La dirección preferencial del flujo subterráneo es de sur a norte.

## 5.2 Niveles del agua subterránea

Profundidad al nivel estático. Para el año 1983 se reportaron valores de profundidad de nivel estático isobatas entre 5 y 85 metros. Para el año 1993 las isobatas variaron entre 10 a 70 metros, y para el año 2003 presentaron valores que variaron de 10 a 95 metros de profundidad. La variación de isobatas del año 2003 con respecto al año 1993 es evidente, ya que la profundidad del nivel estático se incrementó, mientras que en el año 1993 se presentaba una franja paralela al Río Aguanaval de entre 10 y 30 metros de profundidad, para el año 2003 la variación era de entre 45 y 60 metros de profundidad. Las zonas más profundas al nivel estático llegaron a alcanzar los 95 metros de profundidad, básicamente se localizaban en la porción sur del acuífero, a 14 kilómetros al sureste de la localidad San José de Lourdes y al noroeste de la localidad Lázaro Cárdenas. Para el año 2011 los valores máximos de profundidad de nivel estático variaron de 90 a 105 metros, en la porción poniente y sureste del acuífero, cercanos a las sierras; el resto de la zona presentó valores de 35 a 50 metros.

Elevación del nivel estático. En el año 1983 se presentó un cono de abatimiento que va de la equipotencial 1,985 a 2,010 metros sobre el nivel del mar, ubicado al noroeste de Lázaro Cárdenas. Para el año 1993 este cono de abatimiento incrementó su extensión y para el año 2003, la configuración de las isopiezas reveló de manera cualitativa un abatimiento del nivel estático con respecto a la configuración del año 1993, es decir, el abatimiento creció formándose dos conos de abatimiento bien diferenciados, el primero localizado a 10 kilómetros al noroeste de Lázaro Cárdenas y el segundo a 5 kilómetros al sur de San José de Lourdes. De continuar el mismo ritmo de abatimiento es muy factible que se unan los dos conos de abatimiento y se forme uno solo, mucho más pronunciado que los actuales existentes, lo que provocaría un cambio importante en el flujo regional del agua subterránea. Para el año 2011 se presentaron estos mismos conos de abatimiento, los valores de elevaciones al nivel estático que se observaron variaron de 2,090 metros sobre el nivel del mar, ubicados en la porción sur del acuífero, a 1,990 metros sobre el nivel del mar, ubicados en la porción norte. Las isopiezas también indican la presencia de una pequeña entrada por flujo subterráneo horizontal procedente del acuífero Ábrego, además de dos canales de flujo horizontal procedentes del acuífero Calera.

Evolución del nivel estático. Los resultados de la evolución del nivel estático en el periodo comprendido entre los años 1983 y 2003, indican que la zona con abatimientos más críticos, se localiza en la porción poniente del acuífero, siendo éstos de 55 a 120 metros por año. En general toda la zona con información piezométrica resultó con evoluciones negativas, mostrando mayor profundidad en el periodo comprendido entre los años 2001 y 2010, siendo el abatimiento medio acumulado durante este periodo de 16.44 metros y el abatimiento medio ponderado para toda la zona con información piezométrica de 1.64 metros por año.

## 5.3 Calidad del agua subterránea

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos realizados al acuífero Aguanaval, clave 3214, el agua subterránea no requiere tratamiento especial para fines agrícolas. Los contenidos de sólidos totales disueltos varían de 200 a 750 miligramos por litro. El agua se clasifica como mixta bicarbonatada y mixta sódico-bicarbonatada. De acuerdo a la clasificación propuesta por Wilcox, el 73 por ciento de las muestras analizadas corresponden a agua de salinidad media con valores de sodio bajos y medios.

La presencia de este tipo de agua, donde predomina el ion bicarbonato y el ion sodio, se atribuye a la amplia distribución de calizas y reacciones naturales entre el agua y el dióxido de carbono, así como a la disolución de minerales existentes en las riolitas, tobas y basaltos. Las aguas sódico-carbonatadas y mixtas sódico-carbonatadas se encuentran en la parte central del acuífero, probablemente por efecto del intercambio iónico que se realiza al circular el fluido entre las rocas.

Las temperaturas del agua subterránea fluctúan entre los 20 a 35 grados centígrados, predominado los valores de 24 y 26 grados centígrados.

## 5.4 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, la recarga total media anual que recibe el acuífero Aguanaval, clave 3214, es de 84.5 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 45.4 millones de metros cúbicos anuales generados por entradas de flujo subterráneo; 32.4 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia y 6.7 millones de metros cúbicos anuales que ingresan al acuífero como recarga inducida debido a los retornos del riego agrícola.

Las salidas del acuífero están conformadas por el bombeo y no existen descargas naturales, sin embargo, al ser mayores a la recarga, ocasionan un cambio de almacenamiento negativo, que indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero, lo que provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea.

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de aguas nacionales se determinó, conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, 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 27 de marzo de 2015, aplicando la expresión:

$$\begin{array}{rcccl} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} & & \text{RECARGA} & & \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} & & \text{TOTAL} & & \\ \text{SUBSUELO EN UN} & = & \text{MEDIA} & - & \text{DESCARGA NATURAL} & - & \text{EXTRACCIÓN DE} \\ \text{ACUÍFERO} & & \text{ANUAL} & & \text{COMPROMETIDA} & & \text{AGUAS} \\ & & & & & & \text{SUBTERRÁNEAS} \end{array}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Aguanaval, clave 3214, se determinó considerando una recarga total media anual de 84.5 millones de metros cúbicos anuales; no existe descarga natural comprometida; un volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 167.124124 millones de metros cúbicos anuales resultando un déficit de 82.928348 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO- ADMINISTRATIVA	ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES											
VII CUENCAS CENTRALES DEL NORTE	ZACATECAS	3214	AGUANAVAL	84.5	0.0	167.124124	0.000000	0.304224	0.000000	0.000000	-82.928348

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Aguanaval, clave 3214.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 84.5 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga total media anual que recibe el acuífero, ya que la descarga natural comprometida se considera nula.

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

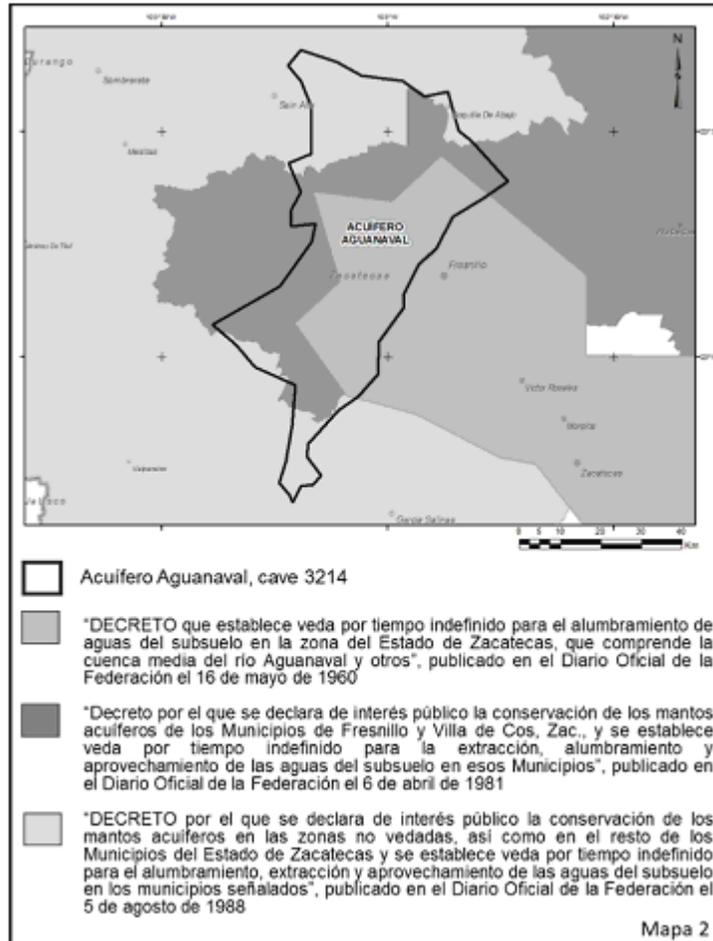
Actualmente, en el acuífero Aguanaval, clave 3214, en el Estado de Zacatecas, se encuentran vigentes los siguientes Decretos de veda de aguas del subsuelo:

- a) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960, cuyas disposiciones aplican en las áreas centro y oriente del acuífero Aguanaval, clave 3214;
- b) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, cuyas disposiciones aplican en las áreas noreste y poniente del acuífero Aguanaval, clave 3214, y
- c) "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas, así como en el resto de los Municipios del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en los municipios señalados", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de agosto de 1988, cuyas disposiciones aplican en las áreas norte y sur del acuífero Aguanaval, clave 3214.

Con relación a dichos instrumentos, cabe señalar que conforme a la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo, vigente para la veda establecida en el año 1960, y la Ley Federal de Aguas, vigente para la veda establecida en 1981, dichas regulaciones tuvieron por efectos jurídicos, permitir de forma controlada nuevas extracciones mediante título de asignación o concesión y permiso para obras de alumbramiento, y por otro lado, la veda establecida con base en la Ley Federal de Aguas vigente en el año 1988, tuvo por efectos, permitir extracciones limitadas para usos como el industrial, de riego y otros, siempre que se contara previamente con un título de asignación, concesión o permiso de construcción, a fin de procurar la conservación de los acuíferos en condiciones de explotación racional y de controlar las extracciones de agua de los alumbramientos existentes.

Considerando que dichos instrumentos jurídicos fueron emitidos en 1960, 1981 y 1988, el ámbito espacial de su aplicación se determinó con base en la división política de los municipios y entidades federativas, posteriormente, 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", instrumento que vinculado con el uso de equipos de geoposicionamiento, el desarrollo de sistemas de información geográfica y la disponibilidad de herramientas computacionales, han permitido que a la fecha se logren identificar las áreas de dichas unidades de gestión, ubicarlas en coordenadas geográficas y establecer sus límites, así como relacionar su localización con el ámbito territorial en el que surten efectos los Decretos señalados.

A continuación se ilustran en el mapa las áreas dentro del acuífero Aguanaval, clave 3214, en las que tienen aplicabilidad las disposiciones de los instrumentos jurídicos anteriormente referidos:



## **8. PROBLEMÁTICA**

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

El acuífero Aguanaval, clave 3214, se localiza en la región semiárida del Estado de Zacatecas, mismo que presenta características de baja precipitación y alta tasa de evaporación, lo cual disminuye la disponibilidad de agua superficial e incrementa la presión sobre el agua de origen subterráneo. La precipitación pluvial es del orden de 443 milímetros por año, que equivale al 85.6 por ciento de la media anual registrada en el Estado de Zacatecas; muy por debajo de la media nacional, representando el 57.2 por ciento de la media anual del país. La temperatura media anual es de 16.3 grados centígrados, y la evaporación potencial media de 2,000 milímetros anuales; estas características se traducen en una escasez natural de agua.

Este panorama de escasez de agua, también se ve reflejado en las 12 declaratorias de sequía, emitidas en el periodo comprendido del 2000 al 2008, por la Secretaría de Gobernación (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastre 2009).

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno, para lo que se apoya en el Monitor de Sequía en México, que consta de un Reporte que contiene una descripción de la sequía en el país, tablas y gráficos de porcentaje del área afectada por sequía a nivel nacional. Se predice para la región una expansión geográfica de sequías catalogadas como muy fuertes. Las perspectivas ante el calentamiento global, para el año 2040, pronostican una reducción del 2 por ciento de la precipitación e incremento en la temperatura de 2.3 grados centígrados, dando como consecuencia un aumento en las necesidades hídricas mayor al 4 por ciento.

### **8.2. Sobreexplotación**

Los resultados de la evolución del nivel estático en el periodo comprendido entre los años 1983 y 2003, registraron que la zona con abatimientos más críticos se localiza en la porción poniente del acuífero, de 55 a 120 metros por año. En general toda la zona con información piezométrica resultó con evoluciones negativas, con un abatimiento medio de 1.64 metros por año.

El acuífero presenta condiciones de sobreexplotación, debido a que la extracción de agua subterránea ha sido durante un tiempo prolongado superior a la recarga que recibe, por lo que actualmente se presentan los efectos negativos asociados, tales como el descenso de los niveles de agua subterránea, y el deterioro de la calidad del agua subterránea, lo que se traduce en una baja rentabilidad de varios cultivos; lo cual ha traído consigo un freno al desarrollo de diversos sectores productivos y una fuerte competencia por el uso del agua.

A pesar de que este acuífero actualmente se encuentra completamente vedado por los Decretos señalados en el considerando séptimo, en tanto que no se sujete a una regulación en términos de la legislación vigente, será más difícil la implementación de las acciones tendientes a reducir la sobreexplotación, persistiendo el riesgo de que se agraven los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento del nivel del agua subterránea, con la consecuente inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

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

La calidad del agua subterránea en el acuífero Aguanaval, clave 3214, se ve afectada por la extracción de agua cada vez más profunda y más antigua que circula a través de las rocas volcánicas fracturadas, que al disolverse incorporan al agua subterránea elementos nocivos para la salud, de origen natural. Adicionalmente en el acuífero Aguanaval, clave 3214, existe el riesgo de contaminación, debido al retorno del riego agrícola, que por el uso de agroquímicos representa una fuente potencial de contaminación al agua subterránea.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Aguanaval, clave 3214, recibe una recarga media anual de 84.5 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es 167.124124 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 82.928348 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones.
- La nula disponibilidad media anual de agua subterránea, aunada a su problemática, implica que el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlado, conforme a la legislación vigente, que tenga por objetivo detener la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su sustentabilidad ambiental.

- La extensión total del acuífero Aguanaval, clave 3214, se encuentra sujeta a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el considerando séptimo del presente estudio técnico; que en términos de la Ley Reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional, en materia de aguas del subsuelo vigente en 1960 y de la Ley Federal de Aguas vigente en 1981 y 1988, constituían un medio de control de los aprovechamientos.
- Actualmente en el acuífero se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el descenso de los niveles de agua y la reducción en el rendimiento de los pozos, con el consiguiente incremento en los costos de bombeo, lo que ha propiciado que algunos cultivos resulten poco rentables, con lo que se ha afectado al sector agrícola, principal consumidor del agua.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Aguanaval, clave 3214, 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 recurso hídrico; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural; al control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental y la prevención del aumento de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de una zona de veda para un mayor control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Aguanaval, clave 3214, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### 10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Aguanaval, clave 3214, la veda establecida mediante el “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1960.
- Suprimir en la extensión del acuífero Aguanaval, clave 3214, la veda establecida mediante el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981.
- Suprimir en la extensión del acuífero Aguanaval, clave 3214, la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en las zonas no vedadas, así como en el resto de los Municipios del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en los municipios señalados”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de agosto de 1988.
- La problemática del acuífero Aguanaval, clave 3214, reúne las causales de interés y utilidad pública, para que en términos legales se proceda a establecer dentro de sus límites oficiales, una zona de veda conforme a lo señalado en la fracción LXV del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales.
- Una vez establecida la zona de veda, 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.-** El estudio técnico que contiene la información detallada, mapas y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estará disponible para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua en el Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuencas Centrales del Norte, sito en Calzada Manuel Ávila Camacho, Número 2777, Oriente, Colonia Las Magdalenas, Torreón, Coahuila, Código Postal 27010, así como en la Dirección Local Zacatecas, que se ubica en Avenida Secretaría de la Defensa Nacional número 90, Zona Industrial, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98604.

Ciudad de México, a los 22 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.