

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Calera, clave 3225, 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 de Calera, clave 3225, en el Estado de Zacatecas;

Que a través del “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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, en el Estado de Zacatecas, obteniéndose un déficit de 74.855228 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 Calera, clave 3225, 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 la mayor parte del área del acuífero Calera, clave 3225;
- 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 el área norte del acuífero Calera, clave 3225;

- c) “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la parte que corresponde al área no vedada de los Municipios de Pánuco y Guadalupe del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramientos, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el área que se menciona”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1984, cuyas disposiciones aplican en el área oriente del acuífero Calera, clave 3225; y
- d) “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 el área sur del acuífero Calera, clave 3225;

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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, 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 del Altiplano, a quienes se les presentaron los resultados de los mismos en la Quinta Reunión Ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia, celebrada el día 5 de marzo de 2015, en la Ciudad de Zacatecas, Estado de Zacatecas; 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 CALERA, CLAVE 3225, 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 Calera, clave 3225, ubicado en el Estado de Zacatecas, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Calera, clave 3225, se localiza en la porción central del Estado de Zacatecas, al noroeste de la Ciudad de Zacatecas (Mapa 1). El acuífero Calera, clave 3225 abarca 2,226 kilómetros cuadrados, y se circunscribe en los Municipios de Fresnillo con el 48 por ciento, Calera con el 16.7 por ciento, Zacatecas con el 9.4 por ciento, General Enrique Estrada con el 8.8 por ciento, Morelos con el 8.1 por ciento, Pánuco con el 6.6 por ciento, Vetagrande con el 1.8 por ciento, Jerez con el 0.5 por ciento y Villa de Cos con el 0.1 por ciento. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.

Los límites del acuífero Calera, clave 3225, 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:

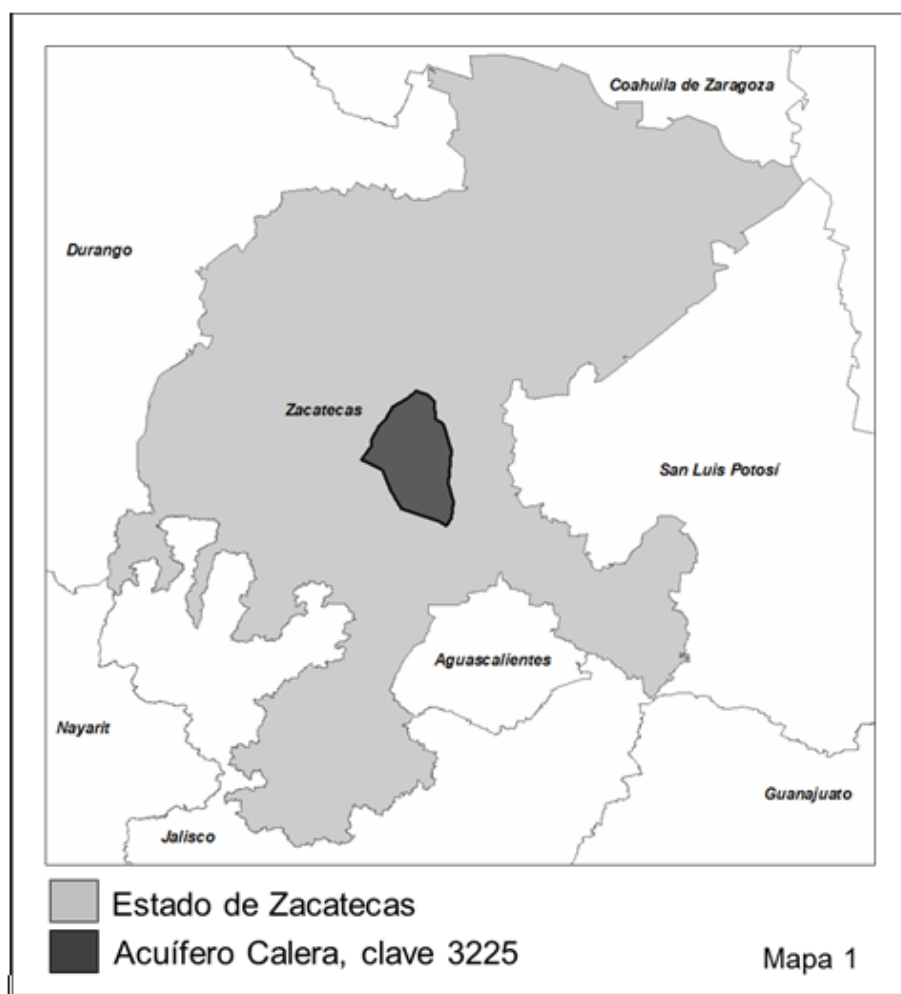
**ACUÍFERO CALERA, CLAVE 3225**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	102	38	31.9	23	20	5.3
2	102	38	18.9	23	14	50.0
3	102	35	45.8	23	13	28.7

4	102	33	15.7	23	5	8.6
5	102	34	18.2	22	54	43.4
6	102	32	44.0	22	49	6.8
7	102	33	22.0	22	44	8.9
8	102	34	37.8	22	41	43.2
9	102	37	23.0	22	43	23.7
10	102	48	36.1	22	47	3.9
11	102	52	13.0	22	52	55.5
12	102	54	35.7	22	59	12.4
13	102	59	34.9	23	1	41.1
14	103	1	10.1	23	2	4.9
15	102	57	50.5	23	6	39.0
16	102	57	52.0	23	8	17.0
17	102	55	51.7	23	12	23.3
18	102	53	32.1	23	14	27.2
19	102	51	22.4	23	18	40.8
20	102	47	12.7	23	21	10.2
21	102	44	2.3	23	23	26.2
22	102	40	15.2	23	22	22.7
1	102	38	31.9	23	20	5.3

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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, es de 348,827 habitantes, de los cuales el 91.1 por ciento es urbana y 8.9 por ciento rural. Se identifican 11 localidades urbanas, pertenecientes a los Municipios de Zacatecas y Fresnillo, mismas que representan la mayor población dentro del acuífero y 348 son localidades rurales. Al año 2040 se espera un incremento de 19,508 habitantes, es decir, un aumento del 5.59 por ciento, siendo las Ciudades de Fresnillo y Calera las de mayor crecimiento en términos de número de habitantes. Esta variación poblacional implica un aumento de 30.8 litros por segundo de agua potable con respecto a la demanda actual, que en términos porcentuales se ubica en un 3.1, para el caso de generación de aguas residuales éstas aumentarán en 137.3 litros por segundo, el 21.9 por ciento respecto al actual. Las coberturas de agua potable y alcantarillado son de 96.5 y 82.6 por ciento, respectivamente. El uso público urbano utiliza el 6.3 por ciento del agua subterránea extraída.

Al uso agrícola se destina el 90.2 por ciento del volumen total de agua extraída del acuífero Calera, clave 3225. Los principales cultivos cíclicos son chile seco, frijol y maíz, mientras que entre los perennes, se ubica a la alfalfa como la de mayor importancia. Se estima que el 88.5 por ciento del volumen anual es consumido por los cultivos cíclicos, y sólo el 11.5 por ciento restante por los perennes. Para este último caso, la alfalfa representa por sí sola el 58.2 por ciento del agua requerida para cultivos perennes. Generalmente se siembra bajo riego un área del orden del 15.2 por ciento de la superficie de riego en el Estado, con una extracción para este uso, del orden de 99.2 millones de metros cúbicos anuales.

Para el período comprendido entre el año 2001 al 2008 fueron alrededor de 85,845 hectáreas bajo explotación agrícola, de las cuales 18,074 hectáreas equivalentes al 21.05 por ciento son de riego, y 67,771 hectáreas son de temporal, que representa el 78.9 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, representó prácticamente el 80 por ciento del valor total de la producción.

### **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, en la mayor superficie del acuífero prevalece el clima semiseco por contenido de humedad, templado por temperatura, BS1kw y el clima seco estepario que corresponde con el más seco de este tipo de climas, subtipo semiseco, con grado de humedad mayor que 22.9 por ciento. 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, con lluvias aisladas en invierno y estiaje de octubre a junio.

Con los registros obtenidos para el periodo 1980 a 2009, se determinaron valores de precipitación, temperatura y evaporación potencial media anual de 425 milímetros, 16.3 grados centígrados y 2,263 milímetros, respectivamente. El periodo de mayor calor se registra de mayo-agosto, siendo enero el mes más frío, por lo que hace al mes de mayo tiene un índice mayor de evaporación media y diciembre el de menor.

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

El acuífero Calera, clave 3225, se ubica dentro de dos Provincias Fisiográficas, la porción oeste, suroeste y sureste pertenecen a la Provincia Fisiográfica de La Sierra Madre Occidental, conforme a la clasificación fisiográfica de E. Raisz (1959), modificada por Ordoñez en 1964, para las condiciones de la República Mexicana. Por otro lado, de acuerdo con la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1981), corresponde a la Subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos; el resto de la zona se ubica en la Provincia Fisiográfica de La Mesa Central, ocupando la Subprovincia Llanos y Sierras Potosino-Zacatecanos.

Las diferentes unidades geomorfológicas son la consecuencia de una serie de procesos geológicos que se inician por la acción de un intrusivo que afectó a las unidades Mesozoicas, seguido de plegamientos, fallamientos y una etapa de vulcanismo que formó los macizos montañosos, contribuyendo a la formación de la cuenca. Posteriormente se depositaron los sedimentos que forman la llanura aluvial con características de buena permeabilidad generalizada y que definen al acuífero. La geomorfología está compuesta por una llanura aluvial delimitada al norte, este y oeste por lomeríos con bajadas, al sur se distinguen bajadas aluviales con lomeríos, y al sureste los rasgos corresponden a sierras bajas y lomeríos. Los principales sistemas montañosos son: La Sierra de Fresnillo localizada en la parte noroccidental del área, la cual presenta elevaciones máximas de 2,850 metros sobre el nivel del mar; y la Sierra de Zacatecas, ubicada al oriente de la zona, con elevaciones máximas del orden de los 2,700 metros sobre el nivel del mar, mientras que las elevaciones mínimas se presentan en la llanura, siendo del orden de 1,030 metros sobre el nivel del mar.

#### **3.3 Geología**

La secuencia estratigráfica está conformada por unidades afines del Terreno Guerrero, y una cubierta de rocas ígneas de composición ácida y básica; las rocas cristalinas identificadas sólo afectan a las unidades del Terreno Guerrero. La unidad más antigua corresponde a una secuencia de rocas metasedimentarias de la Formación Zacatecas, expuestas en la porción suroriental, constituida en la zona por metacaliza en estratos delgados a laminares, cuya edad se asigna al Triásico Superior (Cárnico). Su base no se observa y se infiere que está cubierta, discordantemente, por una secuencia vulcanosedimentaria conformada en la base por lavas andesíticas, en ocasiones con alternancia de areniscas-limolitas, con escasas lutitas hacia la cima, unidad que corresponde a la Formación Chilitos, cuya edad es del Jurásico Superior al Cretácico inferior; su distribución está restringida a la porción suroriental y central, en donde sus relaciones son discordantes con las rocas volcánicas y sedimentos continentales del Terciario. Al igual que la Formación Zacatecas, se encuentra afectada por una apófisis de composición diorítica, ubicada en la región suroriental, cuya edad tentativa es Eoceno.

El contacto entre la secuencia anterior y las rocas sedimentarias que a continuación se describen, se encuentra cubierto, aunque se supone que es tectónico. Las rocas sedimentarias de la Formación Cuesta del Cura consisten de una secuencia calcáreo-pelítica y su edad abarca del Albiano al Cenomaniano. Sobreyaciendo de manera concordante aflora la Formación Indidura, constituida por una secuencia pelítica-calcárea cuya edad corresponde al Cenomaniano-Turoniano; ambas unidades se encuentran en contacto tectónico con la Formación Caracol de edad Coniaciano-Maestrichtiano.

La actividad ígnea continúa con la emisión de riolitas, tobas riolíticas y horizontes de ignimbritas, que están ampliamente distribuidas en una franja orientada en dirección noroeste-sureste, en la porción occidental del

acuífero. La edad de dichas rocas ácidas es Oligoceno-Mioceno. De la misma edad le siguen flujos riolíticos que se distribuyen irregularmente con orientación noroeste-sureste y coronan a la unidad de ignimbritas-riolitas. Durante el Oligoceno medio a tardío se presentan una serie de cambios en el ángulo de incidencia entre las placas Farallón y de Norteamérica, originando un arco magmático continental, que dio origen a la Sierra Madre Occidental, representado en la zona por tobas riolíticas con algunas intercalaciones de basalto. Afectando a las rocas antes descritas se presentan domos de composición riolítica.

El emplazamiento del pórfido riolítico, de probable edad Oligoceno-Mioceno, afectó parcialmente a rocas de la Formación Chilitos y a las riolitas del Terciario. Una vez cerrado el ciclo de actividad volcánica, se dieron las condiciones propicias para el depósito de sedimentos clásticos continentales ampliamente distribuidos principalmente al suroeste y noreste del acuífero depositado en grandes bloques fallados e inclinados. Durante el Cenozoico, el desarrollo de fallas normales al norte del Eje Neovolcánico, ha sido relacionado con la reactivación en el Pleistoceno, de muchas fallas antiguas. El fallamiento causó inclinación moderada de bloques y en demasiadas áreas estuvo asociado con la erupción de basaltos alcalinos. Esta unidad está conformada por conglomerados polimícticos constituidos por clastos de rocas volcánicas con esporádicos fragmentos de caliza y arenisca, que constituyen la Formación Santa Inés que por sus relaciones estratigráficas se ubica en el Mioceno-Plioceno. En general cubre discordantemente a todas las unidades que le anteceden. La última fase ígnea tiene lugar en el Cuaternario Pleistoceno, cuando se emiten coladas de basaltos fisurales cuyos afloramientos se ubican al norte y poniente, los cuales casi siempre descansan discordantemente sobre los conglomerados, relación que permite asignarles la edad mencionada. Finalmente, se encuentran localizados al suroeste y norte, depósitos aluviales y coluviales conformados por limos y arcillas del Holoceno (Cartas Geológico-Mineras F13-B47 Fresnillo y F13-B57 Víctor Rosales).

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

El área en la que se encuentra el acuífero Calera, clave 3225, corresponde a la Región Hidrológica No. 37 El Salado, Cuenca Fresnillo-Yescas, Subcuenca Fresnillo y una pequeña superficie de su extremo occidental corresponde a la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, la cual es una cuenca cerrada de forma irregular, ligeramente alargada, con orientación norte-sur; delimitada en general por el parteaguas que forma la Sierra de Zacatecas en su porción oriental, y la Sierra de Fresnillo y algunos cerros y lomeríos de poca elevación en su parte occidental.

En el área no existen corrientes superficiales importantes, únicamente pequeños arroyos de régimen intermitente; como el de La Joya, originado por la confluencia de los arroyos El Bote, Rancho Nuevo y El Molino; Arroyo Calera, formado por los arroyos Carrizalillo y Hornitos; Arroyo de Enmedio y Arroyo Plateros; todos ellos escurren a las lagunas Santa Ana y Sedano. El drenaje es dendrítico y concéntrico hacia el centro de la cuenca, para continuar con dirección norte, hacia las lagunas Santa Ana y Sedano, que son los cuerpos de agua de mayor importancia.

Existen pocos aprovechamientos de agua superficial, de reducida capacidad, pero de gran importancia para la zona, entre los que destacan las presas Arroyo de Enmedio, Bordo Toribio, Calera, la Bomba, Los Chilitos y El Peñasco, que en total suman una capacidad de almacenamiento de 13.2 millones de metros cúbicos anuales, para el beneficio de 1649 hectáreas de cultivo.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

El acuífero Calera, clave 3225, es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, que presenta condiciones locales de semiconfinamiento; constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada, conglomerados y depósitos lacustres, cuyo espesor puede ser superior a 400 metros en el centro de la llanura aluvial. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas de composición riolítica, entre las que predominan las tobas ácidas, riolitas e ignimbritas, y rocas sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas) que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

A mayor profundidad, las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento. Se pueden distinguir tres medios diferentes por donde circula el agua subterránea: el medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e intergranular y de fracturas, el medio fracturado con permeabilidad secundaria y el medio de doble porosidad con permeabilidad combinada, intergranular y de fracturas.

Las fronteras y barreras al flujo subterráneo están representadas por las mismas rocas sedimentarias y volcánicas, cuando a mayor profundidad desaparece el fracturamiento; por rocas metamórficas y metasedimentarias; por las secuencias vulcanosedimentarias de las formaciones Zacatecas y Chilitos; las rocas arcillosas del Cretácico Inferior; el Conglomerado Rojo de Zacatecas.

## 5.2 Niveles del agua subterránea

Profundidad al nivel estático. Para el año 1980 se observaron intervalos de profundidad del nivel estático entre 10 a 65 metros; para 1990 estos valores se mantuvieron, pero en el año 2004 los valores registrados fueron de 10 a 120 metros de profundidad. La información correspondiente al año 2015, muestra que los valores varían, de manera general, de 20 a 140 metros, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de la llanura hacia las estribaciones de las sierras que la delimitan. Los niveles estáticos someros, de 20 a 30 metros, se presentan en la región norte del acuífero, al este de la zona comprendida entre las ciudades de Fresnillo y Plateros y de 40 a 50 metros, al norte de la ciudad de Víctor Rosales, en tanto que los más profundos, de 100 a 140 metros, se registran en la porción oriental del acuífero, desde la comunidad Las Catarinas en el norte, hasta la localidad Hacienda Nueva en el sur; en la porción occidental, los valores de profundidad al nivel del agua subterránea varían de 80 a 100 metros.

Elevación del nivel estático. En el año 2015 las configuraciones muestran valores que variaron de 2,010 a 2,170 metros sobre el nivel del mar, los cuales decrecen gradualmente desde los cuatro puntos cardinales hacia la llanura aluvial, localizada en la región central, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo de sur a norte, con alimentaciones provenientes de los flancos norte, este y oeste, para finalmente dirigirse hacia la porción centro-norte del acuífero, donde la extracción intensiva para uso agrícola ha formado un extenso cono de abatimiento, desde la comunidad General Enrique Estrada, en el sur; hasta la zona ubicada al sur de las Lagunas Sedano y Santa Ana. Las menores elevaciones, de 2010 a 2030 metros sobre el nivel del mar, se registran en la porción norte, al oeste de la comunidad Miguel Hidalgo, y al este de Ramón López Velarde; en tanto que las mayores elevaciones, de 2150 a 2170 metros sobre el nivel del mar, se observan en las inmediaciones de la comunidad Los Gringos. En esta zona ubicada en el extremo sur del acuífero, se identifica un parteaguas definido por la curva de elevación 2,170 metros sobre el nivel del mar, en esta porción una parte del flujo de agua subterránea se dirige hacia el centro del acuífero Calera y la otra parte fluye hacia el sur con dirección al acuífero Benito Juárez.

Evolución del nivel estático. La configuración de evolución del nivel estático para el periodo 1997-2015 registra valores de abatimiento en la mayor parte de la superficie del acuífero, que varían de 2 a 30 metros. Se registran conos de abatimiento en las zonas de concentración de la extracción para uso agrícola, ubicadas en la porción centro-norte entre las comunidades Ramón López Velarde y El Yerbaniz, en la región sur que se ubica entre la localidad Morelos y el Aeropuerto Internacional de Zacatecas. En estas zonas, el abatimiento medio anual varía de 1.2 a 1.8 metros; en la superficie restante del acuífero el abatimiento varía de 1.6 a 2 metros anuales. El ritmo de abatimiento medio anual del acuífero es de 1.2 metros.

## 5.3 Calidad del agua subterránea

De los resultados de los análisis fisicoquímicos efectuados en el acuífero Calera, clave 3225, se han establecido tres tipos de agua: bicarbonatada sódica, bicarbonatada cálcica y bicarbonatada mixta. En general, la calidad del agua subterránea se considera aceptable para agua potable, dado que los distintos parámetros se encuentran dentro de lo establecido en la "MODIFICACIÓN de 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 del 2000, sin embargo, debe ser sometida a tratamiento, pues existen algunas zonas donde el arsénico excede los límites máximos permisibles, además en algunos aprovechamientos ubicados al norte, los sólidos totales disueltos, el sodio y nitratos, muestran valores superiores a los establecidos en la citada Norma.

Asimismo, los estudios realizados en el año 2008 reportan la existencia de concentraciones de arsénico por arriba de la normatividad aplicable, a 4.5 kilómetros al este de la comunidad Santiaguillo, 5.2 kilómetros al noreste del poblado Ramón López Velarde, y la mayor a 5.5 kilómetros al suroeste de Félix U. Gómez; las concentraciones fuera de la Norma Oficial Mexicana referida, oscilan de 0.026 a 0.06 miligramos por litro. El 89 por ciento de las muestras que se analizaron presentaron concentraciones de 0.0006 a 0.025 miligramos por litro de arsénico; sin embargo, cabe mencionar que aquellos pozos que reportaron su presencia no extraen agua para consumo humano.

## 5.4 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, las entradas son: la recarga media anual total que recibe el acuífero Calera, clave 3225, es de 91.1 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 25.4 millones de metros cúbicos anuales, generados por entradas de flujo subterráneo; 57.7 millones de metros cúbicos anuales, por recarga vertical a partir del agua de lluvia y 8.0 millones de

metros cúbicos anuales, que ingresan al acuífero como recarga incidental, debido a los retornos del riego agrícola.

Las salidas del acuífero están conformadas por el bombeo y las descargas naturales por flujo subterráneo que escapan del acuífero. Este balance de agua ocasiona un cambio de almacenamiento negativo, que se refleja en los abatimientos permanentes de los niveles en los pozos, durante el periodo de balance considerado (1997-2015).

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas, se determinó conforme a lo 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Calera, clave 3225, se determinó considerando una recarga total media anual (R) de 91.1 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida (DNC) de 1.2 millones de metros cúbicos anuales; un volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua (VCAS), con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 164.755228 millones de metros cúbicos anuales, resultando un déficit de 74.855228 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	3225	CALERA	91.1	1.2	164.755228	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-74.855228

**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 Calera, clave 3225.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 89.9 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

Actualmente, en la extensión del acuífero Calera, clave 3225, 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 la mayor parte del área del acuífero Calera, clave 3225;

**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 el área norte del acuífero Calera, clave 3225;



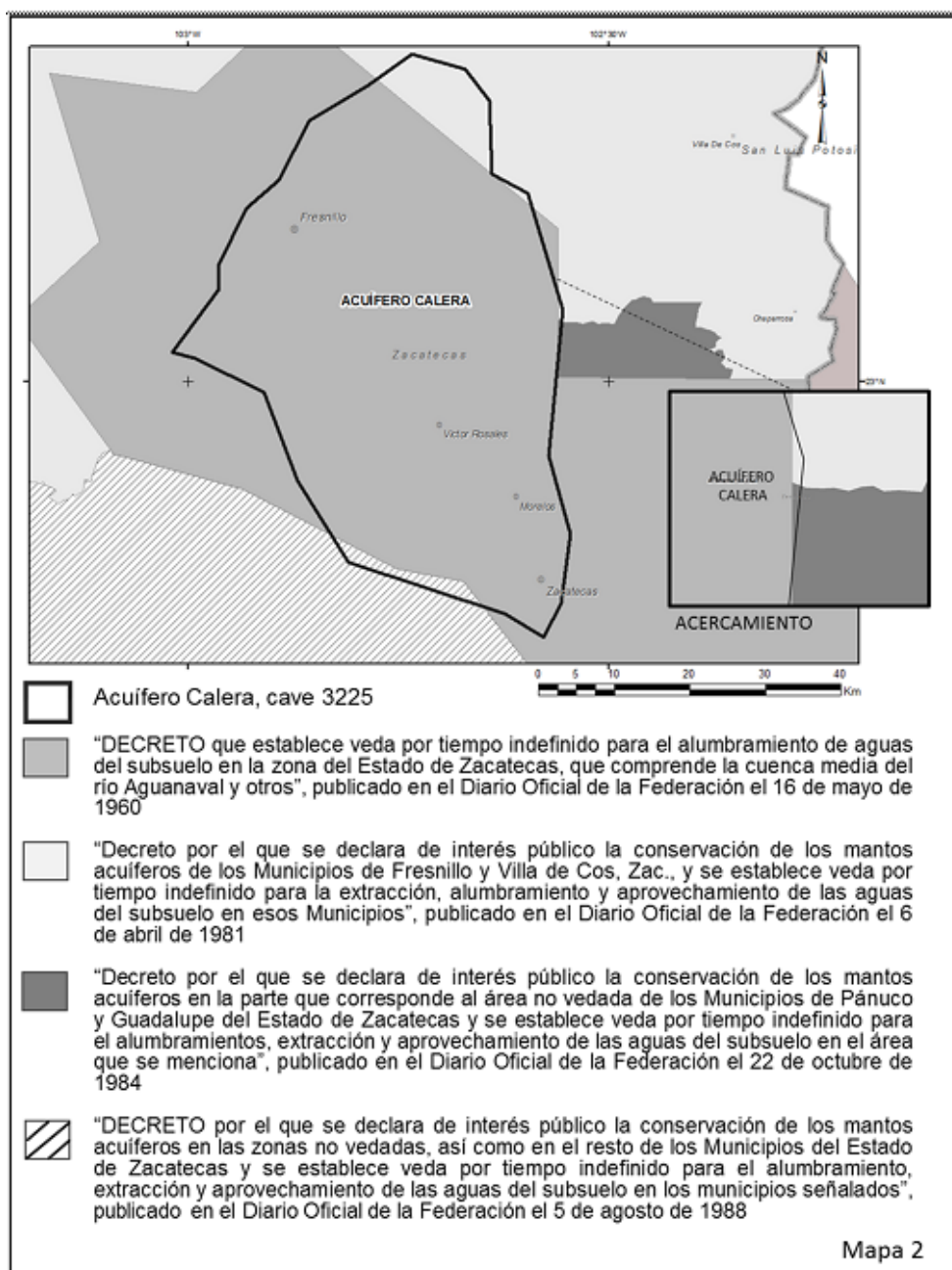
c) “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la parte que corresponde al área no vedada de los Municipios de Pánuco y Guadalupe del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramientos, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el área que se menciona”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1984, cuyas disposiciones aplican en el área oriente del acuífero Calera, clave 3225, y

d) “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 el área sur del acuífero Calera, clave 3225.

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 las vedas establecidas en 1981 y 1984, 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, 1984 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 Calera, clave 3225, en las que tienen aplicabilidad las disposiciones de los instrumentos jurídicos anteriormente referidos:



## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1. Escasez natural de agua

El acuífero se localiza en la región semiárida del Estado de Zacatecas. La precipitación pluvial es escasa del orden de 425 milímetros por año, que equivale al 82 por ciento de la media anual registrada en la entidad, muy por debajo de la media nacional, representando el 55 por ciento de la media anual del país. La temperatura media anual es de 16.3 grados centígrados, y la evaporación potencial media de 2,263 milímetros anuales; estas características se traducen en una escasez natural de agua, con un balance hidroclimático negativo que ejerce una fuerte presión sobre el recurso hídrico, principalmente el subterráneo, el cual representa siete veces mayor oferta que el superficial.

Este panorama de escasez de agua, también se ve reflejado en las 29 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 de las áreas afectadas por sequía a nivel nacional. Según estudios hasta hoy generados, se predice para la región una expansión geográfica de sequías catalogadas como muy fuertes. Las perspectivas ante el calentamiento global, para el año 2040, no son muy halagadoras, se pronostica 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 1997 a 2015, registran valores de abatimiento en la mayor parte de la superficie del acuífero, que varían de 2 a 30 metros. Se registran conos de abatimiento en las zonas de concentración de la extracción para uso agrícola, ubicadas en la porción centro-norte, entre las comunidades Ramón López Velarde y El Yerbaniz, en la región sur que se ubica entre la localidad Morelos y el Aeropuerto Internacional de Zacatecas. En estas zonas el abatimiento medio anual varía de 1.2 a 1.8 metros; en la superficie restante del acuífero el abatimiento varía de 2 a 15 metros. El ritmo de abatimiento medio anual del acuífero es de 1.2 metros.

El acuífero Calera, clave 3225, 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.

Existen además otras evidencias vinculadas a la sobreexplotación del acuífero como los asentamientos del terreno y presencia de agrietamientos en zonas agrícolas, cercanas a la Comunidad Francisco I. Madero. Las grietas se observan en un tramo de 14 kilómetros de longitud, con aberturas máximas de 3 metros y profundidades de 10 metros.

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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, recibe una recarga media anual total de 91.1 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es de 164.755228 millones de metros cúbicos anuales, con una descarga natural comprometida de 1.2 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 74.855228 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 Calera, clave 3225, 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 los años 1981, 1984 y 1988, constituirían un medio de control de los aprovechamientos.

- Actualmente se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el descenso de los niveles de agua y 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.
- Existen además otras evidencias vinculadas a la sobreexplotación del acuífero, como los agrietamientos y los asentamientos del terreno, así como el deterioro de la calidad del agua, por lo que está en riesgo la sustentabilidad del acuífero, ya que de continuar el mismo ritmo de extracción, existe la amenaza de que la sobreexplotación se agrave, sin posibilidad de recuperación y por tanto, que la problemática adquiera mayores dimensiones en detrimento del ambiente y de los usuarios de las aguas nacionales subterráneas en la región.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### 10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, la veda establecida mediante el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la parte que corresponde al área no vedada de los Municipios de Pánuco y Guadalupe del Estado de Zacatecas y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramientos, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el área que se menciona”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1984.
- Suprimir en la extensión del acuífero Calera, clave 3225, 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 Calera, clave 3225, 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, planos y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en el Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, sito en Calzada Manuel Ávila Camacho Número 2777 Oriente, Colonia Las Magdalenas, Torreón, Coahuila, Código Postal 27010 y en la Dirección Local Zacatecas, que se ubica en Avenida Secretaria de la Defensa Nacional Número 90, Zona Industrial, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98604.

Ciudad de México, a los 16 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.