

**ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del Acuífero 0528 Cuatrociénegas y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer 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.**

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, Organo 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, 9 fracciones I, VI, XVII, 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 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 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";

Que en dicho Acuerdo se determinó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 0528 Cuatrociénegas, obteniéndose un valor de 10.898000 millones de metros cúbicos anuales (m<sup>3</sup> /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-CNA-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 en virtud de que existían diversas fuentes de información geográfica, cada una de ellas atendiendo a distintos métodos de referencia, surge la necesidad de que el Gobierno Federal cuente con un solo marco de referencia cartográfico, por lo cual, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, emitió la Cartografía Básica Nacional, a escala 1:250,000, digitalizada y georreferenciada, en el que se basa el sistema único de referencia para la gestión de las aguas subterráneas;

Que atendiendo a lo anterior, es necesario ajustar la ubicación geográfica de los acuíferos, a efecto de hacerlos acordes con la Cartografía Básica Nacional y tener una ubicación más exacta de los mismos, por lo que mediante el presente acuerdo se modifican los límites que se establecían 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", del acuífero 0528 Cuatrociénegas sin que ello implique modificaciones en la disponibilidad que para dicho acuífero se estableció en el mencionado Acuerdo;

Que al determinarse, como ya ha quedado señalado, que la disponibilidad de agua existente en el acuífero 0528 Cuatrociénegas, es escasa, y se corre el riesgo de que se presenten daños en el cuerpo de agua o su medio ambiente de seguir realizando sin control aprovechamientos de las aguas nacionales de dicho acuífero, 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 veda o reserva según corresponda;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios, a través del Consejo de Cuenca Río Bravo, recibiendo y atendiendo sus comentarios, observaciones y propuestas, mismos que se conocieron a través de la consulta pública realizada el 29 de marzo de 2007;

Que con base en dichos estudios, así como en los que se realizaron para determinar la disponibilidad del recurso, se concluye que en los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua para el desarrollo agrícola en la porción central del Estado de Coahuila, lo cual implica el riesgo de que la extracción de agua rebase en magnitud la escasa renovación natural del acuífero y de que con ello se inicie la sobreexplotación del mismo, con impacto negativo sobre la población y el medio ambiente;

Que en la zona de Cuatrociénegas existe gran número de manantiales, localmente denominados “pozas”, cuyo caudal brotante ha generado cuerpos de agua y humedales donde han evolucionado ecosistemas de gran importancia e interés científico por su diversidad de especies endémicas, cuya extinción puede ser casi inmediata en ausencia de agua, por lo cual son muy vulnerables a la excesiva extracción e inadecuada distribución espacial de captaciones de agua subterránea, así como a la contaminación generada por actividades y desarrollos humanos no controlados;

Que desde el siglo pasado, el agua brotante en las “pozas” es colectada por una red de canales que la conducen fuera de la zona de Cuatrociénegas, hacia las zonas de Lamadrid y Sacramento, ubicadas aguas abajo, donde se utiliza en el riego agrícola, transferencia de agua que provocó el drenado artificial de la cuenca y la desaparición gradual de algunos cuerpos de agua y humedales;

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 0528 CUATROCIENEGAS Y SE MODIFICAN LOS LIMITES Y PLANOS DE LOCALIZACION QUE RESPECTO DEL MISMO SE DIERON A CONOCER EN EL ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS LIMITES DE 188 ACUIFEROS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA DETERMINAR SU DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA Y SUS PLANOS DE LOCALIZACION**

**ARTICULO PRIMERO.-** Se modifican los límites del acuífero 0528 Cuatrociénegas en el Estado de Coahuila, que en forma simplificada están definidos por las poligonales cuyos vértices se enumeraron 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”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de enero de 2003, para quedar como sigue:

**ACUIFERO 0528 CUATROCIENEGAS**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	101	58	38.6	26	38	3.5
2	102	1	29.3	26	33	23.4
3	102	3	0.0	26	34	14.9
4	102	6	43.6	26	35	17.4
5	102	10	26.0	26	39	21.3
6	102	31	18.0	26	46	35.3
7	102	29	49.9	26	48	45.0
8	102	31	39.5	26	50	50.8
9	102	31	9.7	26	58	40.6
10	102	26	33.9	27	1	35.2
11	102	20	13.6	27	1	24.8
12	102	9	59.2	26	59	22.2
13	102	6	3.2	27	0	0.9
14	102	4	46.8	27	1	38.8
15	102	1	11.8	27	2	33.3
16	102	1	4.4	27	5	57.7
17	101	56	56.8	27	6	34.5
18	101	51	40.4	27	6	56.8
19	101	52	40.5	27	4	38.1
20	101	44	45.4	26	51	25.1
21	101	45	30.9	26	49	45.9
22	101	48	13.4	26	47	47.5
23	101	48	19.9	26	42	46.4
24	101	41	30.6	26	33	34.3
25	101	33	5.8	26	29	21.5
26	101	29	20.9	26	26	3.0
27	101	35	34.0	26	27	0.8
28	101	41	43.6	26	24	16.0
29	101	46	15.2	26	26	16.6
30	101	51	59.4	26	30	38.1
31	101	51	49.2	26	32	56.0

1	101	58	38.6	26	38	3.5
---	-----	----	------	----	----	-----

**ARTICULO SEGUNDO.-** Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero 0528 Cuatrociénegas, ubicado en el Estado de Coahuila, en los siguientes términos:

### **ESTUDIO TECNICO**

#### **1. EXTENSION TERRITORIAL**

El acuífero Cuatrociénegas, identificado con la clave 0528, se localiza en la porción central del Estado de Coahuila, a unos 65 kilómetros al poniente de la ciudad de Monclova, está comprendido en el Municipio del mismo nombre y tiene una extensión superficial aproximada de 1,389 kilómetros cuadrados. Geográficamente, está limitado por los paralelos 26° 24' 16,0" y 27° 06' 56,8" de latitud norte, y por los meridianos 101° 29' 20,9" y 102° 31' 39,5", de longitud oeste; sus límites están definidos por la poligonal cuyos vértices se indican a continuación.

Dentro del ámbito territorial del acuífero, está comprendida una superficie de 84,347-47-00 hectáreas, objeto del Decreto emitido en 1994 que la declara como Area Natural Protegida, con el carácter de Area de Protección de Flora y Fauna.

#### **2. CLIMATOLOGIA**

Las características del clima fueron analizadas con base en los registros de las estaciones climatológicas "Cuatrociénegas", ubicada en la propia zona, y "Ocampo", localizada en la zona del mismo nombre, que se extiende al norte de la primera. El análisis climatológico comprendió los lapsos 1943-2006 en la estación "Cuatrociénegas" y 1960-98 en la de "Ocampo".

El clima de la región se clasifica como semiárido por su grado de humedad, cálido por su temperatura y con lluvias en verano. La lluvia media anual de la zona de Cuatrociénegas es de 221 milímetros (mm) con fuertes fluctuaciones de un año a otro: ciclos secos se alternan con ciclos lluviosos; entre aquéllos destacan los comprendidos entre los años 1942-56, 1964-67, 1993-96 y 1998-2005. El año 2006 también fue seco, pero en los últimos meses del año ocurrieron lluvias y nevadas que elevaron la precipitación anual por arriba de la media.

La lluvia media anual varía en el área entre 180 milímetros en sus porciones sur y occidental, y 340 milímetros en su borde oriental. En general, la lluvia sobre las sierras es más cuantiosa que sobre los valles; en éstos, la mayor parte del agua de lluvia es retenida por el suelo seco y después evaporada.

La temperatura media anual en la estación climatológica Cuatrociénegas es de 21.4 grados centígrados (°C). Debido a las elevadas temperaturas y a la escasa humedad ambiente, la evaporación potencial anual es mayor que 2,000 milímetros.

#### **3. CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA**

Según datos del X Censo Nacional de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el año 2000 la población asentada en la zona era de 12,150 habitantes, que en su mayor parte se concentraba en el poblado de Cuatrociénegas. Conforme a la tendencia actual, para el año 2030 se espera que la población tenga un ligero incremento -el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2000) estima que será de unos 12,563 habitantes-, lo cual se atribuye a la escasa oferta de empleos y a la emigración de la población local.

La agricultura es la principal actividad económica. Es sustentada, principalmente, por el agua que brota de "pozas" o manantiales diseminados en los flancos de la sierra de San Marcos y Pinos y que circula a través de una red de canales artificiales. Aunque el caudal brotante es de unos 3,000 litros por segundo, en promedio, el desarrollo agrícola local es muy modesto porque la mayor parte del agua es conducida por los canales hacia las zonas de Lamadrid, Sacramento, San Buenaventura y Nadadores, situadas aguas abajo y al oriente de la zona de Cuatrociénegas. El volumen de agua subterránea destinado al riego local es apenas de unos 14.018 millones de metros cúbicos por año.

En cambio, con agua de las mismas "pozas", en el año 2005, en las zonas de Lamadrid, Sacramento y San Buenaventura, se regaron unas 3,400 hectáreas (ha) de cultivos, principalmente alfalfa, con un valor de la producción de 36'289,619 pesos, y se emplearon a 115 personas que representan el 7.47% de la población económicamente activa.

Actualmente, a pesar de que los ecosistemas asociados a las "pozas" tienen notable belleza natural, interés científico y atractivo turístico, la industria del turismo en Cuatrociénegas es reducida por falta de infraestructura; no obstante, presenta un gran potencial de desarrollo y, a la vez, un riesgo creciente de que los ecosistemas sean dañados por las actividades humanas, si no fueran debidamente reguladas.

La distribución del agua por sectores es como sigue: al sector primario (agricultura y minería) se destinan cerca del 93% del volumen de agua utilizado; en el sector secundario, a la industria corresponde cerca del 1%, y en el terciario, el

comercio y servicios reciben un 6% del agua utilizada. Los sectores secundario y terciario, que casi en su totalidad utilizan agua subterránea, generan a nivel estatal un 56% del Valor Agregado Censal Bruto (VACB) y dan ocupación a un 81% de la población económicamente activa (PEA). En contraste, el sector primario genera el 44% del VACB y ocupa el 18.9% de la PEA.

En la zona de Cuatrociénegas se explotaron sales minerales (principalmente yeso) durante varias décadas, mediante la evaporación del agua depositada en depresiones naturales o piletas, o su explotación directa en los yacimientos expuestos en el área conocida como Los Arenales y en otras localidades. Esta actividad se suspendió a raíz de la declaración del Area Natural Protegida. Debido a la pureza del yeso y a la falta de oportunidades económicas, en fecha reciente grupos interesados han intentado reanudar la explotación de los yacimientos de yeso ubicados en la porción occidental del valle. En relación con el agua, la explotación de los ubicados en el valle tendría el inconveniente de que las instalaciones mineras, el tránsito de vehículos y la operación de equipo, implicarían riesgo de que el lago de Churince y la “poza” de La Becerra fueran afectados por abatimiento de niveles freáticos o contaminación industrial.

#### **4. GEOLOGIA**

En las sierras afloran rocas calcáreas de edad Cretácica, formadas en el fondo de mares antiguos en épocas geológicas en que la mayor parte del actual territorio mexicano estaba cubierto por el mar. Estas rocas forman pliegues anticlinales y sinclinales, correspondiendo los primeros a las sierras y los sinclinales más profundos a los valles. Las calizas arrecifales, principalmente expuestas en la sierra de San Marcos y Pinos, por ser más porosas, fracturadas y solubles, propician la infiltración de gran parte del agua de lluvia y recargan a los acuíferos. En contraste, otras rocas, que subyacen a las anteriores y que afloran en las sierras y en el Potrero de San Marcos –entre los valles de El Hundido y Cuatrociénegas-, son prácticamente impermeables, por lo que constituyen barreras que impiden el almacenamiento y el flujo del agua subterránea.

Conforme a la historia geológica de nuestro país, sustentada en los principios básicos de la Geología, así como en numerosos levantamientos geológicos, estudios geofísicos de gran penetración en el subsuelo y pozos exploratorios petroleros de varios miles de metros de profundidad, durante millones de años las masas rocosas fueron emergiendo de los mares, dando origen al continente actual. Las aguas marinas, que originalmente saturaban las rocas sumergidas, fueron drenadas por gravedad y desplazadas por el agua dulce infiltrada (producto de las lluvias) hacia el mar. Actualmente, no hay posibilidad alguna de que exista un mar antiguo en el subsuelo de la zona de Cuatrociénegas o de las zonas adyacentes.

En los valles, que ocupan las partes bajas de la zona de que se trata, las rocas calcáreas están cubiertas por unidades calcáreo arcillosas del Cretácico Superior y materiales aluviales que datan del Terciario al Cuaternario –arenas, limos y arcillas-, producto del intemperismo y la erosión de las montañas circundantes, los cuales forman un delgado relleno acuífero granular cuyo espesor tiene un valor medio de 50 metros.

Las calizas (Grupo Washita Indiferenciado y Formación Aurora) y el relleno granular del valle conforman una sola unidad acuífera, aún existiendo intercalada la Formación Eagle Ford. Las calizas kársticas que afloran en la sierra de San Marcos y Pinos son la componente más favorable del acuífero por su gran porosidad y permeabilidad secundarias, asociadas con oquedades de disolución, fracturas y planos de estratificación; el desarrollo kárstico dio lugar a la formación de varios cientos de sumideros o dolinas, localmente denominados “pozas”, en los flancos de esa sierra. En contraste, la capacidad transmisora del relleno granular es de media a baja, debido a su reducido espesor y al predominio de clásticos de grano medio a fino; esta característica se refleja en el reducido rendimiento de los pozos que lo captan.

#### **5. HIDROLOGIA SUPERFICIAL**

La red de drenaje de la cuenca de Cuatrociénegas está conformada, por una parte, por arroyos de régimen transitorio que bajan de las sierras circundantes, cuyos escurrimientos torrenciales de corta duración se infiltran en su mayor parte en las porciones altas de los valles, y por otra, por arroyos de régimen perenne que conducen las aguas descargadas por cientos de “pozas”. Las “pozas” son manantiales que brotan de la roca caliza a través de oquedades naturales de diferentes dimensiones; la gran mayoría de ellas diseminadas en el flanco oriental de la sierra de San Marcos y Pinos, y unas cuantas en su flanco occidental.

En las “pozas” de mayor tamaño y en los humedales adyacentes, se han formado ecosistemas que alojan gran variedad de especies –peces, invertebrados, tortugas, reptiles, virus, algas y bacterias-, algunas de ellas únicas en el mundo, de gran importancia ecológica y científica; además, por su belleza natural tienen gran atractivo turístico y algunas de ellas, por su profundidad y la claridad de sus aguas, son especialmente propicias para la práctica del buceo. En el flanco occidental de la sierra de San Marcos y Pinos destaca la “poza” de La Becerra, una de las de mayor tamaño, suministra agua para riego de unas 400-500 hectáreas dentro de la zona de Cuatrociénegas.

También en la porción occidental del valle, es notable la llamada Laguna de Churince, que no es una “poza” sino una depresión topográfica natural con dimensiones aproximadas de 1 kilómetro de largo, medio kilómetro de ancho y profundidad menor que 1 m. Es alimentada por la descarga de la “poza” del mismo nombre, por el esporádico escurrimiento superficial del área adyacente y por el acuífero de la porción occidental de Cuatrociénegas, que tiene su descarga natural en esta depresión topográfica; el caudal de estas alimentaciones varía estacional y anualmente en respuesta a las variaciones de la lluvia. La laguna se encoge en los intervalos (meses o años) en que la cantidad de agua evaporada en ella es mayor que la alimentación que recibe, y se expande en caso contrario. Así, en los años 2003 y 2004 la laguna se extendió porque la lluvia fue relativamente abundante; en cambio, en el año 2005 su extensión se redujo porque fue excepcionalmente seco (la lluvia anual fue apenas de unos 130 mm en la estación climatológica Cuatrociénegas, mientras que la media respectiva es de unos 219 mm/año). Variaciones análogas han sido documentadas en otras épocas: en fotografía incorporada a un informe de la Universidad de Texas se observa que en diciembre de 1964 la laguna (denominada Laguna Grande en el reporte correspondiente) tenía extensión significativa, lo cual se atribuye a que recibió cuantiosa alimentación durante el ciclo lluvioso 1960-63; en cambio, otra fotografía aérea contenida en el mismo la muestra casi seca, lo que se debe a que el ciclo 1964-68 fue muy seco.

Cuando la cuenca estaba en su estado natural, “pozas” y arroyos descargaban a lagos localizados en la parte baja del valle, donde el agua se evaporaba; el mayor de ellos ocupaba la porción oriental del valle y vertía sus excedentes a la cuenca vecina Río Salado-Nadadores (zonas de Lamadrid y Sacramento) a través de un estrechamiento. Los extensos salitales formados ahí por evaporación, son los vestigios de ese lago. Se supone que la mayor parte del agua retenida en éste se evaporaba, por lo que su descarga hacia la cuenca vecina era intermitente y de reducida magnitud.

A fines del siglo XIX se inició el drenado artificial de la cuenca de Cuatrociénegas, mediante la construcción de canales para conducir el agua de las “pozas” a las zonas agrícolas de Lamadrid y Sacramento. Ya en el siglo XX, en la década de los años “60”, se construyeron canales de mayor capacidad, con lo cual se modificó drásticamente el ciclo hidrológico de la cuenca, se acentuó su drenado artificial y, con ello, se provocó la desecación de los principales lagos y humedales que existían en la condición natural. En esta condición, casi la totalidad del agua se evaporaba dentro de la propia cuenca; en la actualidad, una fracción importante se utiliza en la agricultura.

Los canales son alimentados por las “pozas” de mayor tamaño. Mediante compuertas se controlan el nivel del agua en la “poza”, el caudal descargado al canal y la cantidad de agua vertida al humedal adyacente. Un porcentaje significativo del caudal conducido se pierde por filtraciones en los canales no revestidos y en los revestidos mal conservados.

Los datos generales de los canales principales se indican en el cuadro siguiente:

CANAL	Año de construcción	Longitud del canal en kilómetros	CAUDAL capacidad máxima de conducción en litros por segundo (IMTA-04)	Superficie de riego en hectáreas	OBSERVACIONES
Santa Tecla	1966	54.6	220-320	600	Caudal conducido a zonas agrícolas de aguas abajo.
Saca Salada	1902	65	800-1300	1500	
La Becerra	1966	57.2	580-645	400-500	Caudal utilizado en el riego en Cuatrociénegas
El Venado	1969	9.9	66-98	100	
Antiguos Mineros del Norte	Sin Información	Sin Información	30-80	100	
Julio Arredondo	Sin Información	Sin Información	40-60	Sin Información	

La descarga de los canales presenta variaciones estacionales y anuales, en respuesta a las fluctuaciones de la descarga de las “pozas” y de la precipitación pluvial; se estima que el control mediante compuertas que se realiza en las más importantes, influye poco en esas variaciones. Varias fuentes reportan datos de aforos correspondientes a diferentes años, como se indica en el cuadro siguiente, según las cuales en su conjunto los canales descargan un caudal

que varía entre 1,736 y 3,155 litros por segundo (54.7 a 99.5 millones de metros cúbicos por año). Sin embargo, los datos hidrométricos son inconsistentes, porque no se especifica el mes y el sitio donde se obtuvieron.

#### DATOS DE AFORO DE LOS CANALES REPORTADOS POR DIFERENTES FUENTES

CANAL	PROFAUNA (1998), IMTA (2004) <sup>1</sup>	CNA, /LESSER, 2001	CONANP (2003-2006) <sup>2</sup>	CNA/COAH (1973-2006)
Santa Tecla	220-320	328	280	328-400
Saca Salada	800-1300	1736	1600	1247-1736
La Becerra	580-645	600	SALIDA-760 AGRICOLA-600	600-768
El Venado	66-98	62	s/d	s/d
Pozas Azules	30-80	80	s/d	s/d
El Agua Grande	s/d	s/d	s/d	s/d
Julio Arredondo	40-60	250	220	s/d

Notas: (1), a la salida del valle de Cuatrociénegas (mín-máx); (2) Presentado en el Foro Nacional en Jiutepec, Mor., en 2006; cifras en litros por segundo; s/d: Sin determinar

Según los datos obtenidos en el estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001, considerados como más confiables porque se prestó especial atención a la hidrometría, los canales conducen un caudal total medio superior a los 3,000 litros por segundo, dando un volumen del orden de 99.5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales unos 17.8 se utilizan para riego dentro del valle de Cuatrociénegas y los restantes 81.7 son conducidos a las zonas de Lamadrid, Sacramento, San Buenaventura y Nadadores, a través de los canales Saca Salada y Santa Tecla. La diferencia entre el caudal brotante y el entregado por los canales a las parcelas, corresponde al agua vertida a los humedales adyacentes a las "pozas" y a las pérdidas por conducción en la red de canales. Dentro de la cuenca de Cuatrociénegas, las filtraciones en los canales sostienen a la vegetación natural adyacente y alimentan al relleno acuífero del valle.

A través de un estrechamiento, la cuenca de Cuatrociénegas está conectada también con el valle de Calaveras, porción sur de la zona de Ocampo, ubicada al norte y aguas arriba de aquella. Antes de que se iniciara la extracción de agua subterránea en la cuenca de Ocampo, el agua brotaba en el estrechamiento formando manantiales y un arroyo permanente, los cuales, a su vez, sostenían una densa cobertura vegetal y niveles freáticos someros en el área del poblado de Cuatrociénegas. Al incrementarse el bombeo de pozos en la cuenca de Ocampo, fue disminuyendo gradualmente su descarga a la de Cuatrociénegas, con la consiguiente reducción del caudal brotante, del escurrimiento y de la vegetación nativa en el estrechamiento, así como la consiguiente afectación a las norias, a las huertas y nogales existentes en el poblado referido y sus inmediaciones.

#### 6. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUIFERO

El acuífero 0528 denominado Cuatrociénegas, tiene una extensión superficial de unos 1,389 kilómetros cuadrados y los límites que se describen en el punto 1 del presente Acuerdo. Está conformado por rocas calcáreas y clásticos no consolidados. Las primeras pertenecen al Grupo Washita Indiferenciado y a la Formación Aurora; afloran en las sierras circundantes, y se caracterizan por su gran porosidad y permeabilidad secundaria, asociadas con fracturas, planos de estratificación y conductos de disolución, y subyacen a calizas arcillosas de la Formación Eagle Ford que a través de sus fracturas permite el ascenso del agua subterránea. Los clásticos no consolidados –arenas, limos y arcillas- depositados en los valles, conforman un relleno acuífero de varias decenas de metros de espesor limitado inferiormente por las rocas calcáreo arcillosas e hidráulicamente conectado con ellas.

La recarga natural del acuífero tiene lugar por infiltración de la lluvia en los afloramientos de calizas acuíferas y de los escurrimientos superficiales a lo largo de los arroyos. La principal zona receptora de recarga es la sierra de San Marcos y Pinos, estructura anticlinal muy alargada y de gran extensión superficial, donde afloran las calizas arrecifales, que son las rocas de mayor capacidad de infiltración. Esta sierra, ubicada en la porción central de la cuenca, divide al valle parcialmente en dos sectores, oriental y occidental, comunicados en la porción norte de la misma.

El ataque químico del agua infiltrada sobre los minerales solubles de las rocas ha originado una faja de gran desarrollo kárstico, de unos tres kilómetros de ancho, en los flancos de la sierra de San Marcos y Pinos; principalmente en el oriental. El relleno granular del valle, mucho menos permeable que la caliza, constituye un obstáculo al flujo subterráneo procedente de la sierra; consecuentemente, el agua talla un camino de menor resistencia ascendiendo a través de los conductos de la caliza, los cuales por abrasión y disolución son ampliados y conectados con las fracturas de las calizas fracturadas de la Formación Eagle Ford, que transmiten el agua hasta la superficie del terreno. Cientos de dolinas o “pozas” son la manifestación superficial de este desarrollo kárstico.

Así, la mayor parte del agua infiltrada en la sierra es descargada por el acuífero en los flancos de la misma; aunque una fracción menor pasa de las calizas al relleno granular del valle, en el cual transita hacia zonas de descarga situadas aguas abajo. La configuración de niveles estáticos revela que el agua subterránea circula en el relleno acuífero, de los flancos de las sierras hacia las partes bajas de los valles, de una elevación de 780 metros sobre el nivel del mar (msnm), en el borde occidental del valle, a una de 700 msnm, en el sector oriental del mismo.

En el estado natural de la cuenca el relleno acuífero descargaba por evapotranspiración en los humedales y lagos, donde afloraban los niveles freáticos. En el curso del siglo XX, la cuenca fue drenada artificialmente con la construcción de los canales que conducen fuera de ella la mayor parte del agua descargada por las “pozas”. Con ello, se modificó el régimen de recarga y descarga natural de la porción granular del acuífero: por un lado, se desecaron los lagos, desaparecieron algunos humedales y se abatieron los niveles freáticos; por otro, los canales no revestidos y los mal conservados se convirtieron en fuentes de recarga, que dieron lugar al brote de vegetación a lo largo de su curso.

Actualmente, la profundidad al nivel freático es menor que 5 metros en las partes bajas del valle y aumenta con la elevación topográfica hacia los flancos de las sierras de La Fragua y de La Purísima.

## **7. EXTRACCION DEL AGUA SUBTERRANEA Y SU DISTRIBUCION POR USOS**

En el año 2001, se censaron en la zona de Cuatrociénegas 71 captaciones de agua subterránea: 62 pozos, 6 norias y 3 manantiales. Del total, 44 estaban activas y 27 abandonadas. En cuanto al uso del agua, las captaciones activas tenían la distribución siguiente: 28 agrícolas, 11 doméstico-pecuario y 5 público urbano. La mayoría de las captaciones están concentradas en el área del poblado de Cuatrociénegas y en sus inmediaciones. La extracción total de agua subterránea se estimó en 15.12 millones de metros cúbicos por año, volumen destinado a usos agrícola, doméstico, pecuario y público urbano.

Posteriormente, en el 2004, en un estudio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se censaron también 71 captaciones (pozos y norias), de las cuales sólo 34 se encontraron activas; las 37 restantes se señalan como abandonadas. Su extracción total estimada fue también de 15.1 millones de metros cúbicos por año. Asimismo, el estudio reporta la existencia de unas 300 “pozas” o manantiales, con una descarga media estimada en 3,000 litros por segundo; aunque según datos históricos de diferentes fuentes, se han aforado o estimado descargas superiores a los 4,000 litros por segundo.

Conviene aclarar que ésta no es propiamente una extracción, sino una salida natural del acuífero calizo. Del volumen de agua brotante, sólo 17.8 millones de metros cúbicos por año son utilizados con fines agrícolas dentro de la zona de Cuatrociénegas; el volumen restante, de 81.7 millones de metros cúbicos por año, es conducido fuera de ella por el canal Saca Salada para riego en las zonas de Lamadrid y Sacramento, y por el canal Santa Tecla para riego en las zonas de San Buenaventura y Nadadores.

En total, en la zona de Cuatrociénegas se utilizan 31.8 millones de metros cúbicos por año en la agricultura: 14.0 de agua subterránea y 17.8 de agua superficial.

## **8. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA**

Como parte de los estudios realizados en los años 2001 y 2004, se colectaron muestras de agua en pozos, “pozas” y canales, para determinar 84 parámetros físico-químicos y seis isotópicos. Los resultados de los análisis de las muestras “*in situ*” y de laboratorio, indicaron que en la zona de Cuatrociénegas la salinidad total del agua subterránea varía en el área entre menos de 500 y más de 5,000 miligramos por litro de sólidos totales disueltos. En los pozos, que en el valle captan la parte granular del acuífero, la salinidad varía entre menos de 500 y algo más de 1,800 miligramos por litro, con tendencia creciente de los bordes del valle a las partes bajas del mismo, distribución espacial que confirma la dirección del flujo subterráneo de las áreas de recarga a las zonas de descarga.

Por otra parte, en las “pozas” la salinidad del agua varía entre 730 y más de 5,300 miligramos por litro, con similar distribución relativa, esto es, se trata de agua dulce o salobre. Dado que la salinidad media del agua marina es del orden

de 35,000 miligramos por litro, este resultado desecha toda posibilidad de que el agua que brota en las “pozas” proceda de un mar antiguo. A las porciones central y oriental del valle corresponden las salinidades mayores, lo cual se atribuye a la concentración de sales producto de la evaporación en las áreas lacustres que existían antes de que la zona se drenara artificialmente; aunque en menor medida, esta condición aún persiste ya que los niveles freáticos se encuentran muy someros en el valle.

Respecto a la calidad del agua, en los sectores central y oriental de los valles su salinidad total, su dureza y su concentración de algunos elementos químicos –sulfato y sodio- exceden las máximas permisibles para consumo humano, establecidas en la Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización, modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

El acuífero es muy vulnerable a la contaminación, especialmente en el área donde afloran las calizas acuíferas que alimentan a las “pozas”. Esto se debe a que esas rocas no tienen capacidad para atenuar contaminantes, por el tamaño de sus oquedades y fracturas. La parte granular del acuífero es menos vulnerable, porque tiene capacidad para adsorber, eliminar y retener contaminantes; sin embargo, también ésta es limitada porque los niveles freáticos están muy someros en los valles. De lo anterior se infiere que, para la protección de los ecosistemas y de la calidad del agua del acuífero, deberá tenerse especial cuidado en el uso de suelo/agua y en las actividades humanas, que se autoricen en esas áreas.

## 9. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

La recarga del acuífero se estimó aplicando el método conocido como “Balance de Aguas Subterráneas” al intervalo de tiempo 1998-2000. La expresión más sencilla del balance es:

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

La descarga total del acuífero es medida o estimada; el cambio de almacenamiento es cuantificado 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, conforme al modelo conceptual descrito en el apartado 6 de este documento, la descarga del acuífero está compuesta por la descarga de las “pozas”, la evapotranspiración en áreas con niveles freáticos someros, la extracción de captaciones y el flujo subterráneo hacia fuera de la zona, a través del estrechamiento que la conecta con la zona adyacente de Lamadrid.

Con base en los datos obtenidos en los estudios, la descarga total del acuífero resultó de 145.2 millones de metros cúbicos por año, volumen compuesto como sigue: 99.5 de descarga de las “pozas”, 30.6 de evapotranspiración y 15.1 de extracción artificial; la salida subterránea a través del estrechamiento es de magnitud despreciable con respecto a las demás componentes. El cambio de almacenamiento negativo del acuífero, de 2.3 millones de metros cúbicos por año, se determinó multiplicando su coeficiente de almacenamiento por el volumen drenado o saturado durante el intervalo de balance; en general, los niveles del acuífero no tuvieron cambios significativos a escala regional, sólo en el área del poblado de Cuatrociénegas se registraron pequeños abatimientos locales.

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

$$\begin{aligned} \text{RECARGA} &= 145.2 - 2.3 \\ &= 142.9 \text{ millones de metros cúbicos por año.} \end{aligned}$$

Este volumen corresponde a la recarga media total que recibe el acuífero e incluye: I) la infiltración del agua de lluvia en las sierras, como componente principal; II) la infiltración de escurrimientos en los flancos montañosos y en el valle; III) la infiltración en la red de canales, IV) los retornos de agua en la zona urbana y en los terrenos agrícolas del propio valle, y V) la aportación procedente de la zona de Ocampo (Calaveras) a través del estrechamiento que las interconecta.

## 10. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRANEA

La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002, aplicando la expresión:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= \text{Recarga} - \text{Descarga natural} - \text{Volumen} \\ \text{media anual} & \quad \text{total} \quad \text{comprometida} \quad \text{concesionado} \end{aligned}$$

La recarga total media anual para el periodo 1998-2000 fue de 142.97 millones de metros cúbicos por año. Según el Registro Público de los Derechos de Agua (REPGA), el volumen de agua concesionado a la fecha de corte 30 de abril

del 2002 era de 1.9 millones de metros cúbicos por año. La descarga natural comprometida, de 130.17 millones de metros cúbicos por año, tiene dos componentes: I) el caudal medio brotante en las “pozas”, de 99.5 millones de metros cúbicos/año que sustenta a los ecosistemas y alimenta a la red de canales que conduce el agua a las zonas agrícolas fuera del valle, y II) la evapotranspiración en áreas aledañas a “pozas”, canales, cuerpos y cursos de agua, estimada en 30.7 millones de metros cúbicos por año, que sustenta cuerpos de agua y humedales de menor extensión.

Aplicando valores en la expresión anterior, resulta:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= 142.97 - 130.17 - 1.9 \\ &\text{media anual} \\ &= 10.89 \text{ millones de metros cúbicos por año.} \end{aligned}$$

Esta disponibilidad media correspondió a la fecha de corte 30 de abril del 2002. Los datos anteriores fueron publicados 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”, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 31 de enero del año 2003. Sin embargo, según los datos del REPDA a la fecha 31 de mayo del 2006, el volumen de agua concesionado de este acuífero aumentó a 3.035 millones de metros cúbicos por año, con lo cual la disponibilidad media quedó reducida a 9.76 millones de metros cúbicos por año.

Tal resultado implica que un volumen de agua de 9.76 millones de metros cúbicos por año puede ser concesionado a usuarios asentados dentro de la propia zona de Cuatrociénegas. Sin embargo, conforme a la Ley de Aguas Nacionales, este resultado sólo surtirá sus efectos legales una vez que se establezca en ella un ordenamiento (veda, reglamento o reserva), pues en su situación actual es de libre alumbramiento.

Esta distribución del agua, entre la descarga natural comprometida y la disponibilidad para otorgar concesiones, podrá ser modificada posteriormente, en forma concertada con el Sector Medio Ambiente y con los usuarios, dentro del proceso encaminado a la reglamentación del acuífero. Asimismo, la distribución de la descarga comprometida, entre la fracción que se retiene en el valle de Cuatrociénegas (para protección ecológica y usos locales) y la que se deja transitar hacia fuera de ella, también podrá ser acordada posteriormente dentro del mismo proceso, considerando los programas que se están formulando para incrementar la eficiencia en el riego mediante rehabilitación de infraestructura y la tecnificación.

## 11. SITUACION REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Actualmente, el acuífero Cuatrociénegas está ubicado en una zona libre para el alumbramiento de aguas del subsuelo. Conforme a lo dispuesto en el quinto párrafo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, “...Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas,...”. Esta disposición es reiterada en el artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales.

El 31 de enero del 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación que la Disponibilidad Media Anual del acuífero Cuatrociénegas era de 10.898000 millones de metros cúbicos por año. Considerando el volumen concesionado de agua al 31 de mayo del 2006, según el REPDA, la disponibilidad actual de agua subterránea es de 9.76 millones de metros cúbicos por año. En la determinación de ésta, conforme al método establecido en la NOM-011-CNA-2000, se consideró que la descarga de las “pozas” está comprometida con el medio ambiente y con los usuarios agrícolas beneficiados por ellas, por lo que ese volumen de descarga no puede ser concesionado para otros usos; sin embargo, esta disposición no surte efectos legales mientras no se suprima la condición actual de libre alumbramiento del agua subterránea.

Mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, en fecha 7 de noviembre de 1994, se declaró a la zona de Cuatrociénegas como Area Natural Protegida, con el carácter de Area de Protección de Flora y Fauna, la cual comprende una superficie de 84,347-47-00 hectáreas en el Municipio de Cuatrociénegas y se localiza dentro de los límites del acuífero Cuatrociénegas. Conforme a lo dispuesto en este Decreto y en el Plan de Manejo de dicha Area, es necesario preservar en ella el recurso hídrico, en cantidad y calidad, conforme a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales; sin embargo, esta protección a los ecosistemas es insuficiente, porque el alumbramiento de agua del subsuelo sigue siendo libre mientras no se establezca en la zona una veda, un reglamento o una reserva de aguas subterráneas, conforme a lo dispuesto en la misma ley y en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Por otra parte, el Area Natural Protegida comprende a la mayor parte de la porción plana de la zona; pero no a las sierras adyacentes, principalmente la de La Fragua y la de San Marcos y Pinos, donde se encuentran las zonas receptoras de recarga y están expuestas las rocas acuíferas más vulnerables a la contaminación.

## 12. PROBLEMÁTICA

### **12.1.- Escasez Natural de Agua**

El acuífero Cuatrociénegas se localiza en una de las regiones áridas de nuestro país. La precipitación pluvial es escasa -221 mm/año, en promedio de largo plazo-; la temperatura media anual, de 21.4°C, y la evaporación potencial media, del orden de 2,000 mm/año. Estas características se traducen en una escasez natural de agua, pues debido a la elevada temperatura y a la reducida humedad relativa ambiental, la evaporación consume del 80% al 90% del agua de lluvia; la fracción complementaria es el excedente que genera el escurrimiento superficial y la infiltración.

La descarga de las “pozas”, los humedales originados en sus inmediaciones y el caudal colectado por la red de canales, no reflejan esta escasez porque son producto de una afortunada combinación local de factores geológicos e hidrológicos. Por un lado, el extenso afloramiento de calizas arrecifales de gran capacidad de infiltración en la sierra de San Marcos y Pinos, propicia que la mayor parte del agua de lluvia precipitada sobre ésta se infiltre rápidamente, sin dar oportunidad a que sea evaporada por la intensa radiación solar. Por otro, la estructura geológica y el contraste entre la gran permeabilidad de la caliza acuífera de esa sierra y la permeabilidad mucho menor del relleno del valle, determinó que el agua formara las “pozas” y brotara a través de ellas en forma más o menos concentrada, en lugar de pasar subterráneamente al relleno. Si se hubiera dado esta última condición, no se hubieran generado los ecosistemas actuales, el agua se hubiera salado más en el relleno por efecto de disolución y evaporación, el agua hubiera tenido que ser captada de la porción granular del acuífero mediante pozos de bajo rendimiento y no hubiera sido viable el desarrollo agrícola existente aguas abajo.

Así, a pesar de la escasez natural derivada de la aridez de la región, se generó en Cuatrociénegas un recurso hídrico con distribución tal que -combinado con factores biológicos- propició no sólo el desarrollo de extraordinarios ecosistemas, quizá únicos en el mundo, sino una disponibilidad de agua relativamente cuantiosa (dentro del contexto regional) para actividades productivas. Pero esta engañosa riqueza hídrica es muy vulnerable en cantidad y calidad, por lo que requiere de una protección basada, en parte, en el marco legal vigente en materia de agua.

### **12.2.- Calidad del agua**

Debido a la disolución de los minerales solubles de las rocas y a la evapotranspiración, el agua subterránea es salobre o salina en algunas de las “pozas” y en amplios sectores de la porción granular del acuífero.

A esta condición natural, ya de por sí desfavorable, podría agregarse el deterioro de la calidad del agua, provocado por un mal manejo de los recursos de la zona. En particular, debe prevenirse la contaminación del agua por desarrollos o actividades humanas no controladas, tales como: las actividades recreativas, especialmente las practicadas en las “pozas”; instalaciones turísticas, en cuanto su tipo y distribución (servicios); desarrollo agrícola, por lo que toca a su distribución, método de riego y uso de plaguicidas y/o fertilizantes; instalaciones industriales, o asentamientos humanos en las zonas receptoras de recarga. Estos desarrollos, la extracción de agua subterránea para su abastecimiento y la inadecuada disposición de sus aguas residuales, podrían implicar cambios en la calidad del agua que afectarán seriamente a los ecosistemas y la hicieran cada vez menos apta para los diferentes usos.

Para prevenir lo anterior, es necesario contar con un ordenamiento más amplio y específico que complemente lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, en cuanto a la extracción, uso y disposición de las aguas.

### **12.3.- Vulnerabilidad ecológica**

Los ecosistemas de Cuatrociénegas son muy vulnerables a la extracción y a la contaminación del agua subterránea. En general, la mayoría de las descargas naturales de los acuíferos son muy sensibles a la extracción de agua que se lleva a cabo en su vecindad: aun abatimientos progresivos relativamente pequeños, provocados por la operación de pozos, pueden mermar o eliminar el caudal de agua subterránea que alimenta a manantiales, humedales, lagos, ríos o vegetación nativa, aunque la extracción no rebase la recarga del acuífero.

En particular, la operación de pozos cercanos a “pozas”, lagos (Churince, p. ej.) o humedales, podría abatir el nivel freático, reducir el caudal brotante y dañar a los ecosistemas alojados en ellos: según afirmaciones de los especialistas en materia de biología y ecología, un pequeño descenso de los niveles freáticos en el área de las “pozas” y humedales adyacentes podría eliminar definitivamente el tapete microbiano ahí existente.

De todo lo anterior se desprende que es muy importante regular la magnitud de la extracción de agua subterránea y, sobre todo, su distribución espacial con respecto a los ecosistemas o a las demás descargas naturales que se requiere preservar, mediante el establecimiento de una veda y el reglamento del acuífero, este último concertado con los usuarios.

Por las peculiares características, que conjugan belleza natural con importancia ecológica para el estudio de la vida temprana y su evolución en nuestro planeta, la zona de Cuatrociénegas constituye un polo de atracción científica y

turística, por lo cual se ha incrementado la afluencia de visitantes interesados en realizar observaciones científicas y actividades recreativas, como el buceo y la natación, y de prestadores de servicios, que sin la regulación adecuada pueden deteriorar o destruir en diferentes formas los ecosistemas cuya supervivencia depende fundamentalmente del agua de las “pozas”.

#### **12.4.- Manejo del Agua**

La zona de Cuatrociénegas requiere de un manejo cuidadoso que concilie la protección ambiental con el desarrollo de las actividades humanas, dentro de una estrategia de gestión integrada de recursos naturales.

Por lo que se refiere al agua, el manejo del acuífero es complejo porque hay un intercambio entre subsuelo y superficie, así como entre la zona de Cuatrociénegas y las adyacentes. Las calizas acuíferas alimentan a los ecosistemas, a la porción granular del acuífero, a la red de canales y a las zonas agrícolas situadas aguas abajo. Las filtraciones en los canales no revestidos y en los revestidos mal conservados de Cuatrociénegas, recargan al relleno del valle y mantienen los niveles freáticos someros; por tanto, son una ganancia para el medio ambiente porque tienen un papel ecológico importante, aunque a la vez representan una pérdida para la agricultura de aguas abajo.

Esto significa que el revestimiento de canales dentro del propio valle sería una ganancia de agua para las zonas de aguas abajo, pero a costa de una pérdida equivalente para la de Cuatrociénegas; a la inversa, el revestimiento de canales y la tecnificación del riego en las zonas de Lamadrid y Sacramento, permitiría liberar agua en éstas la protección ambiental y el desarrollo local de Cuatrociénegas. Por todo ello, un plan de manejo debe considerar la distribución del agua disponible entre las diferentes zonas y para los diferentes usos, en el entendido de que el agua conservada para protección ecológica es a favor de la evaporación y a costa de la disponible para las actividades humanas, y viceversa. En todo caso, en la distribución del agua se debe tomar en cuenta la situación relativa a los derechos de los usuarios, pues existen concesiones de agua superficial (aunque el agua de los canales procede del subsuelo, físicamente y administrativamente se convierte en superficial), tanto antiguas como recientes.

Localmente, el manejo de las “pozas” requiere un criterio prefijado y una instrumentación especial, para distribuir el agua entre los humedales adyacentes y los canales. Es importante que este manejo no sea discrecional, sino que se reglamente, conciliando la protección de los ecosistemas con las necesidades de agua para el riego. En todo caso, no deben permitirse modificaciones de las condiciones de descarga de las “pozas”, sin una evaluación previa de su impacto; por ejemplo, la operación de compuertas, la excavación para bajar el nivel de descarga o la instalación de tuberías en el fondo de las “pozas” no incrementan el volumen brotante de agua, pero al cambiar su distribución si pueden afectar a los ecosistemas.

Es clara pues la complejidad del manejo de los recursos hídricos y la necesidad de que sea sustentado por ordenamientos legales adecuados.

### **13. CONCLUSIONES**

Aunque las rocas existentes en la región se formaron en los mares que en épocas geológicas remotas cubrieron el actual territorio de la República Mexicana, dada la evolución geológica continental no hay posibilidad alguna de que en el subsuelo de esa región exista un mar remanente que esté alimentando a las “pozas” de Cuatrociénegas. El marco hidrogeológico y las características químicas e isotópicas del agua subterránea confirman, fuera de toda duda, que el agua que aflora en las “pozas” procede de la infiltración del agua de lluvia en las sierras adyacentes, principalmente en la de San Marcos y Pinos.

El acuífero Cuatrociénegas consta de dos componentes hidráulicamente conectadas entre sí a través de un confinante calcáreo arcilloso que los separa: las rocas calizas que afloran en la Sierra de San Marcos y Pinos y el relleno granular del valle. Las calizas arrecifales, porción más permeable del acuífero, es la fuente de agua que sustenta a los ecosistemas alojados en las “pozas” y en los humedales y, a la vez, alimenta a la red de canales que conduce el agua a los desarrollos agrícolas de las zonas de Lamadrid y Sacramento. El relleno granular, en parte alimentado por las calizas, es la fuente que suministra el agua para todos los usos en la propia zona.

La descarga de las “pozas” es del orden de 100 millones de metros cúbicos por año, en promedio. Hasta ahora no ha sido mermada por las actividades humanas, pero presenta variaciones estacionales y anuales provocadas por las fluctuaciones de la precipitación pluvial. En cambio los cuerpos de agua y humedales más extensos que existían en la condición natural de la zona, desaparecieron gradualmente con el drenado artificial de la misma, iniciado en el siglo XIX y acentuado en el siglo pasado.

El drenado artificial de la zona permitió el desarrollo agrícola de las zonas ubicadas aguas abajo. Las pérdidas por conducción y el uso poco eficiente del agua en estos desarrollos, se traducen en un desperdicio que debe ser

minimizado mediante revestimiento de canales y tecnificación del riego; en cambio, las pérdidas por conducción en la propia zona de Cuatrociénegas son una ganancia para el subsuelo a favor de la protección ambiental, por lo cual debe contemplarse si desde el punto de vista ecológico se justifica su eliminación mediante revestimiento de canales.

Los ecosistemas de Cuatrociénegas, riqueza científica y ecológica patrimonial -de la Nación y de la Humanidad- que debe ser preservada, son muy vulnerables a la extracción y a la contaminación del agua subterránea, por lo cual es urgente regular las actividades y los desarrollos humanos dentro de la zona, especialmente en las áreas donde brota el agua que los alimenta.

Conforme a los resultados expuestos, en el acuífero Cuatrociénegas se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural y al control de su extracción y uso, causales que justifican el establecimiento de una veda de aguas del subsuelo.

#### **14. RECOMENDACIONES**

Establecer la veda para la extracción y uso de las aguas subterráneas en el acuífero Cuatrociénegas.

Ampliar el Area Natural Protegida de Cuatrociénegas para cubrir las sierras que limitan al valle, con especial atención a la de San Marcos y Pinos y la de La Fragua.

Establecer el Comité Técnico de Aguas Subterráneas, como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca, y completar el registro de las obras activas existentes con fines de titulación.

Llevar a cabo la instalación y operación del Sistema de Padrones de Usuarios de las Aguas Nacionales superficiales y subterráneas.

Realizar un diagnóstico del uso agrícola del agua en las zonas de Lamadrid y Sacramento, como base del proyecto de obras a realizar para rescatar agua a favor de los ecosistemas y los habitantes de la zona de Cuatrociénegas.

Instrumentar la zona para mejorar la medición de: la precipitación pluvial, la descarga de las "pozas", el flujo de los canales, la extracción de los pozos, la evolución de niveles freáticos y la calidad del agua.

Promover la elaboración de un plan de manejo para la gestión integrada de los recursos hídricos de la zona, que concilie la protección de los ecosistemas con el desarrollo de los habitantes de la propia zona y con un uso más eficiente del agua en las zonas situadas aguas abajo que dependen de la descarga de las "pozas".

Evaluar periódicamente el comportamiento del acuífero para identificar su respuesta a las acciones que se emprendan.

Una vez establecida la veda, emprender la concertación del reglamento del acuífero, con la participación de los concesionarios y asignatarios, considerando los resultados derivados de la instrumentación de aquella.

#### **TRANSITORIOS**

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

**SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, planos y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, que se ubican en avenida Insurgentes Sur 2416, colonia Copilco El Bajo, México, D.F., código postal 04340; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en las direcciones que se indican a continuación: Organismo de Cuenca Río Bravo, en avenida Constitución número 4103 Oriente, colonia Fierro, ciudad de Monterrey, Nuevo León, código postal 64590; y en la Dirección Local Coahuila, en Carretera 57 kilómetro 7.5, ciudad de Saltillo, Coahuila, código postal 25280.

Atentamente

México, D.F., a los veintidós días del mes de abril de dos mil ocho.- El Director General, **José Luis Luege Tamargo**.-  
Rúbrica.



