

ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero 1003 Valle del Guadiana, en el Estado de Durango.

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

JOSE LUIS LUEGE TAMARGO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Organismo Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XVIII, XXXII, XXXV, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1o., 14 fracciones I, V, y XV, 73 y 77 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, en vinculación con el diverso 52 fracción V, incisos b) y e) del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que el 5 de diciembre del 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado", en el cual al acuífero objeto de este estudio se le asigna el nombre oficial de Valle del Guadiana; clave 1003;

Que el 31 de enero de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización"; en el cual se incluye al acuífero 1003 Valle del Guadiana, Durango;

Que en dicho Acuerdo se determinó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 1003 Valle del Guadiana, obteniéndose un valor de -34.907588 millones de metros cúbicos anuales (millones de m³/año), con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de abril de 2002, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.", publicada el 17 de abril del 2002 en el Diario Oficial de la Federación, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos.";

Que en dicho Acuerdo se actualizó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 1003 Valle del Guadiana, resultando de -6.905614 millones de m³/año, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008, de conformidad con la mencionada Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000;

Que en este mismo Acuerdo también se modifican, para su mayor precisión, los límites del acuífero 1003 Valle del Guadiana que se establecieron "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 el 19 de diciembre de 1956 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle del Guadiana, Dgo."; el cual cubre únicamente un 14% de la superficie que comprende el acuífero 1003 Valle del Guadiana, por lo que en el 86% restante no aplican las disposiciones de la veda.

Que el déficit en la disponibilidad del acuífero 1003 Valle del Guadiana, se debe a que ha estado sometido desde hace varios años a una intensa explotación, para satisfacer la demanda creciente de agua de la región, principalmente para uso público urbano, rebasando en magnitud la renovación natural del acuífero, con diversos impactos negativos asociados, e incluso existe el riesgo de que se presenten graves afectaciones en el cuerpo de agua o en los usuarios del recurso de seguir realizando extracciones sin control, impactando negativamente a las actividades económicas que dependen principalmente de esta fuente de agua subterránea;

Que en virtud de que bajo el ritmo de explotación actual la extracción excede a la recarga, lo que se ha visto reflejado en un abatimiento medio del nivel del agua de 27 centímetros anuales, el paulatino incremento de los volúmenes de agua que se extraen ha provocado el minado de la reserva de agua no renovable en el acuífero, lo que ha ocasionado además del agotamiento del recurso, el incremento en la concentración de elementos como el flúor y el arsénico, afectando principalmente al suministro de agua para el abastecimiento público urbano y las actividades agrícolas que dependen del agua subterránea;

Que atendiendo a la situación que ha quedado señalada y a que la disponibilidad de agua existente en el acuífero 1003 Valle del Guadiana es nula, 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 dicho acuífero un ordenamiento para el control de la explotación de las aguas nacionales del subsuelo;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios organizados en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Valle del Guadiana, órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, a quien se les presentó el resultado de los mismos en la reunión realizada el 29 de agosto del 2008, en la ciudad de Durango en el Estado de Durango, recibiendo sus comentarios, observaciones y propuestas;

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

ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS ESTUDIOS TECNICOS DEL ACUIFERO 1003 VALLE DEL GUADIANA, EN EL ESTADO DE DURANGO

ARTICULO PRIMERO.- Los límites del acuífero 1003 Valle del Guadiana, en el Estado de Durango, están definidos en forma simplificada por las poligonales cuyos vértices se enumeraron en el "Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos."; publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009, en los siguientes términos:

ACUÍFERO 1003 VALLE DEL GUADIANA

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	104	55	54.3	23	43	8.0
2	105	0	2.5	23	52	8.6
3	105	4	12.0	24	1	12.0
4	105	7	38.7	24	18	53.3
5	105	0	48.8	24	22	38.1
6	104	55	5.0	24	17	31.7
7	104	58	7.4	24	12	28.4
8	104	52	8.2	24	5	48.8
9	104	42	0.0	24	6	0.0
10	104	30	36.0	24	28	48.0
11	104	19	12.0	24	13	48.0
12	104	24	0.1	24	0	0.0
13	104	22	48.0	23	48	36.0
14	104	28	12.0	23	47	24.0
15	104	30	36.0	23	39	0.0
16	104	36	36.0	23	27	36.0
17	104	41	19.8	23	31	39.0
18	104	48	56.3	23	31	56.3
19	104	54	36.3	23	36	0.2
1	104	55	54.3	23	43	8.0

ARTICULO SEGUNDO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero 1003 Valle del Guadiana, ubicado en el Estado de Durango, en los siguientes términos:

ESTUDIO TECNICO

1. Generalidades

1.1. Antecedentes.

El acuífero denominado 1003 Valle del Guadiana ha sido objeto de estudios realizados por la Comisión Nacional del Agua y por las instituciones que le antecedieron en la administración de las aguas nacionales.

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

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

Solo en una pequeña porción de la superficie del acuífero 1003 Valle del Guadiana aplican las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle de Guadiana, Dgo."; publicado el 19 de diciembre de 1956; en la superficie que permanece sin veda, los particulares perforan nuevas captaciones e incrementan las extracciones del acuífero, sin autorización de la autoridad, lo que dificulta a la Comisión Nacional del Agua llevar el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo y genera inequidad entre los usuarios dentro y fuera de la zona de veda, por lo que es necesario el establecimiento de una veda que abarque la totalidad del acuífero, ya que en un acuífero sobreexplotado no es factible seguir utilizando aguas nacionales de forma indiscriminada.

1.2. Ubicación y extensión territorial

El acuífero Valle del Guadiana se localiza en la porción sureste del estado de Durango, casi en su totalidad dentro del municipio del mismo nombre y tiene una extensión superficial de 4,817 kilómetros cuadrados.

2. Población y desarrollo socioeconómico de la región vinculados con el recurso hídrico

Tomando como base el Municipio de Durango, único municipio enclavado dentro de los límites del acuífero, la población que habita en esta región es de 525,000 habitantes, que bajo las tendencias de crecimiento estimadas por el Consejo Nacional de Población, crecerá hasta 533,000 habitantes en el año 2030.

La demanda actual para el abastecimiento de la población es de 52 millones de m³/año, lo que representa una dotación de 277 litros/habitante/día, volumen que proyectado hacia el año 2030 resultaría un valor de 54 millones m³/año, como se indica en el cuadro siguiente:

AÑO	2000	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Municipio de Durango	514,799	519,761	525,130	530,767	534,258	536,123	535,949	533,115
Tasa de crecimiento		0.48%	0.34%	0.21%	0.13%	0.07%	-0.01%	-0.11%
Demanda millones de m ³ /año		52.57	53.113	53.683	54.036	54.225	54.207	53.921

Del análisis de la demanda para uso agrícola, se ha estimado que se utilizan 136 millones de m³/año, valor que incluye 91 millones de m³/año de aguas superficiales y 45 millones de m³/año de aguas subterráneas. Los granos y forrajes ocupan el 97% de la superficie cultivada y del agua, generan el 90% del ingreso en el sector, con un beneficio de los agricultores de apenas \$0.35 por metro cúbico, en tanto que los frutales y hortalizas, no obstante de utilizar el 3% del agua, generan el 10% del ingreso y el beneficio referido al agua es de \$1.30 por metro cúbico y \$2.80 por metro cúbico, respectivamente.

Por lo que respecta al Valor Agregado Censal Bruto, destaca el Municipio de Durango representando el 33% del total estatal. El término Valor Agregado Censal Bruto se define como el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo, por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica.

En cuanto al acuífero, los sectores más dinámicos son el comercio e industrial que representan el 76% del Valor Agregado Censal Bruto, casi en partes iguales, siguiendo el de servicios con el 18%. Como consecuencia de lo anterior, esos sectores son los que generan el mayor número de empleos.

El régimen de tenencia de la tierra indica equidad entre la propiedad privada, la ejidal y comunal en conjunto. En el proceso productivo agrícola se utiliza poca tecnología en todos sentidos: semilla mejorada, empleo de agroquímicos, y se advierte cierta escasez en cuanto a tractores y maquinaria agrícola en general.

3. Marco físico

3.1. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen (1918), modificada por Enriqueta García (1970), el clima de la región se clasifica de tipo semicálido templado en el valle y subhúmedo en la parte montañosa, con lluvias en verano y un porcentaje de precipitación invernal menor de 5 por ciento.

De los datos climatológicos registrados en las estaciones Peña del Aguila, Otinapa, Observatorio Durango, El Pueblito, INIFAP-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Santa Bárbara, El Saltito, Las Bayas y El Troncón, para el periodo 1923-2006, la precipitación media anual de la zona es de 638 milímetros; el periodo de lluvias comprende los meses de junio a octubre, siendo julio el mes más lluvioso y abril el más seco. La temperatura media anual en el periodo de 1964-2006 fue de 15.9 grados Celsius. La evaporación potencial media anual es de 2,199 milímetros.

3.2. Fisiografía

El área de estudio está comprendida en la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre Occidental, caracterizada por las altas montañas piroclásticas disectadas por numerosos arroyos, así como colinas semirredondeadas en forma aislada que se combinan en el paisaje con los lomeríos volcánicos, formados por derrames basálticos. Rodeando a estos lomeríos se distinguen las planicies volcánicas y los valles aluviales que rellenan las fosas tectónicas. Uno de estos valles forma el denominado Valle del Guadiana, ubicado por debajo de la cota 1,900 metros sobre el nivel del mar.

Dicho valle se localiza dentro de la subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañones Duranguenses, representada por las partes altas del área, tales como: Mesa las Cebollas, Cerro la Calavera, Altos de las Vacas y Cerro Prieto, esto es en la parte sur-suroeste del área. Dichos elementos orográficos presentan elevaciones que alcanzan los 2,300 metros sobre el nivel del mar. En la porción sureste, la provincia está representada por la Sierra El Registro, que presenta elevaciones que exceden los 2,600 metros sobre el nivel del mar.

3.2.1. Geomorfología

En la zona se observan cuatro unidades geomorfológicas: Alta Montaña Piroclástica, Lomeríos Volcánicos, Planicie Volcánica y Valle Aluvial. Las altas montañas alcanzan elevaciones de 3,100 metros sobre el nivel del mar y los lomeríos de 2,200 metros sobre el nivel del mar.

La Alta Montaña Piroclástica es una unidad geomorfológica que surgió de la explosión de calderas de grandes dimensiones, que compilaron espesores de poco más de 100 metros, los que a su vez formaron las montañas piroclásticas que caracterizan a la región. De igual manera, conforma una sucesión de eventos piroclásticos asociados con derrames de brechas volcánicas. Al término de éstos, se generan fracturas y fallas por movimientos tectónicos, las que son erosionadas por arroyos y ríos, que constituyeron candiles con varios cientos de metros de espesor.

Los Lomeríos Volcánicos, están constituidos por derrames basálticos, cuyos espesores llegan a ser de metros y fueron originados por la extravasación cuaternaria, que proviene de las fallas normales. Geomorfológicamente se le considera una madurez temprana.

La Planicie Volcánica está formada por derrames basálticos de edad del Cuaternario, la que fue originada por lavas que se derivaron de aparatos volcánicos, con espesores de unos cuantos metros. Geomorfológicamente, se le designa un estado de juventud.

El Valle Aluvial tiene la singularidad de poseer grandes depósitos de arena y grava, que conforman el subsuelo del Valle del Guadiana, con origen tectónico distensivo del Terciario Superior, lo que propicia la formación de gravens. Se supone en etapa geomorfológica de juventud.

3.3. Geología

La columna estratigráfica en el acuífero Valle del Guadiana va desde el Oligoceno Inferior del Terciario hasta el Reciente. Las rocas más antiguas corresponden a derrames riolíticos y brechas, que posteriormente fueron cubiertas por tobas muy variadas del Oligoceno Medio, tales como: ignimbritas, tobas pumíticas y arenosas que alcanzaron espesores de 250 metros. Están afectadas por fracturamiento, de tal modo que su permeabilidad es secundaria y, por su posición estratigráfica, funcionan como zonas de recarga al acuífero de la planicie y en el subsuelo como basamento geológico.

Durante el Oligoceno-Mioceno se emplazaron las rocas ígneas intrusivas que afloran en el famoso yacimiento de hierro llamado Cerro del Mercado. Su composición compacta le confiere una permeabilidad muy baja.

En el Mioceno Superior del Terciario Superior tuvo lugar la formación de mesetas lávicas constituidas por derrames de basalto, que sobreyacen discordantemente a las ignimbritas. Presentan permeabilidad moderada y debido a su posición estratigráfica funcionan como zonas de recarga al acuífero en la planicie.

Representativo del Plioceno-Pleistoceno, a finales del Terciario y principios del Cuaternario tienen lugar los sedimentos continentales, formándose un conglomerado que aflora al sur del poblado Héroe de Nacozari. Está constituido por gravas bien clasificadas en una matriz arenosa con baja cementación. Desde el punto de vista geohidrológico presenta buena permeabilidad y por su posición topográfica y estratigráfica, funciona como zona de recarga, transmisora del agua infiltrada hacia rocas más profundas del subsuelo y sin descartar que ocasionalmente pudiera funcionar como acuífero.

Posteriormente, en el Cuaternario, se formaron los depósitos lacustres que afloran al noreste del área, en los alrededores del poblado 27 de Noviembre. Son sedimentos de granulometría fina, limos y arcillas con poca arena, que descansan sobre los sedimentos de la formación Guadiana o el basalto del Cuaternario.

Son contemporáneos y constituyen los depósitos aluviales que afloran en los valles y en pequeñas depresiones topográficas. Se trata de sedimentos areno-arcillosos y gravosos, con espesores de 100 metros y mayores, que descansan sobre basaltos y la Formación Guadiana. Regionalmente, manifiestan las más altas permeabilidades y funcionan como acuíferos.

3.3.1. Geología del subsuelo

El acuífero está contenido en los depósitos granulares sedimentarios y conglomeráticos, cuyo basamento está representado por las rocas ígneas antiguas que conforman una cuenca cerrada por todos lados, excepto por el noreste. Su espesor puede alcanzar profundidades de hasta 300 metros, que se reduce hacia los bordes de las planicies.

De acuerdo con su composición geológica y los parámetros hidráulicos calculados a partir de pruebas de bombeo, se trata de un acuífero que funciona como libre.

Los materiales del subsuelo son principalmente gravas y arenas que constituyen abanicos aluviales, cuya depositación hacia el centro del valle parece corresponder a un ambiente fluvial, en tanto que hacia el norte la depositación corresponde a un ambiente lacustre.

4. Hidrología superficial

El Valle del Guadiana forma parte de la Región Hidrológico-Administrativa III, Pacífico Norte; hidrológicamente pertenece a la Región Hidrológica Número 11 Presidio-San Pedro; a la Cuenca 01 del Río San Pedro y Sub-cuencas de los ríos Santiago Bayacora, El Tunal y La Saucedá.

Los ríos Santiago Bayacora y El Tunal concurren en el valle, y junto con los arroyos Acequia Grande, Seco y La Vaca, así como con las aportaciones del río La Saucedá, dan origen al río Durango, nombre que conserva desde la capital hasta dejar el Valle del Guadiana, y posteriormente cambia a río Mezquital en las cercanías del poblado Nombre de Dios, ya en el municipio de igual nombre. Estos escurrimientos están integrados con parte de aguas residuales de la ciudad de Durango y alrededores y por retornos de riego.

La infraestructura hidráulica regional la conforman las presas Guadalupe Victoria, Santiago Bayacora y Peña del Águila. La primera controla los escurrimientos del río El Tunal para su aprovechamiento posterior en la agricultura; la presa Santiago Bayacora controla los escurrimientos de los ríos Las Tinajas y Santiago Bayacora, para después conducirlos y ser aprovechadas en riego; a su vez, la presa Peña del Águila, localizada en el límite exterior del área de estudio, al norte de la ciudad de Durango, controla las aportaciones de los arroyos Los Mimbres y Guajojita; el canal alimentador que se deriva del cauce del río La Saucedá. En total se estima un volumen de aguas superficiales del orden de 91 millones de m³/año.

5. Hidrología subterránea

5.1. El Acuífero

El acuífero Valle del Guadiana, se encuentra contenido principalmente en materiales granulares que representan un medio poroso, asociado con ambientes aluviales y fluviales, constituidos por una secuencia que varía texturalmente de cantos y gravas hasta arenas, limos y arcillas, en donde la distribución de las litofacies de mayor granulometría constituyen las áreas de mayor permeabilidad y en las cuales se extraen los mayores caudales.

Los espesores para las facies aluviales varían de 30 a 150 metros, y en zonas afectadas por fallamiento normal tienden a configurarse espesores hasta de 300 metros. En lo que respecta a las facies fluviales, configuran una geometría lenticular definida por la disminución de su espesor a partir de su parte axial, donde llega a tener 230 metros hacia los extremos, con cambios laterales de facies en distancias relativamente cortas, lo cual produce una marcada heterogeneidad en los materiales granulares y cambios en la conductividad hidráulica dentro del acuífero.

El otro tipo de ambiente de depósito que se encuentra establecido dentro del Valle del Guadiana, corresponde a la zona lacustre ubicada en el extremo noreste, donde la sedimentación de clásticos finos (arenas, limos y arcillas) llega a superar los 200 metros, configurando una barrera que limita lateralmente el acuífero.

Las principales zonas de recarga las constituyen los materiales volcánicos del medio fracturado, que corresponden a una secuencia de 200 a 400 metros de rocas de composición riolítica, que texturalmente varían de flujos de ceniza a brechas volcánicas y volcanoclásticos asociados a un complejo volcánico de caldera.

Las rocas de medio fracturado se encuentran distribuidas en el subsuelo del valle en forma de altos y bajos estructurales los cuales tienden a ejercer un control de las trayectorias del flujo intermedio y en ocasiones del regional, como lo manifiesta la termalidad de los manantiales y el incremento de la salinidad del agua extraída por captaciones localizadas dentro del rango de influencia de estos bloques.

Hacia la zona del valle, específicamente en las zonas de descarga, existe una comunicación hidráulica entre los materiales de los medios poroso y fracturado, conformando ambos un espesor del acuífero de 250 a 480 metros.

A pesar de sus diferencias en origen, edad y características, las rocas volcánicas y los materiales no consolidados constituyen una sola unidad acuífera, de tipo libre desde el punto de vista hidráulico; aunque localmente se pueden registrar condiciones de confinamiento o semiconfinamiento, dependiendo de la estratigrafía.

5.2. Niveles del Agua Subterránea

En el año 2007, los niveles del agua subterránea se registraron a profundidades de un metro en la parte noreste del valle hacia el río La Saucedá y de 47 metros hacia el norte de la ciudad de Durango. En la zona de mayor concentración de pozos, se tienen profundidades de 20 a 30 metros; la mayor profundidad registrada fue de 75 metros.

La elevación de los niveles del agua subterránea varía entre 1,843 y 1,900 metros sobre el nivel del mar. De la configuración correspondiente al año 2007, se infiere que el agua subterránea circula de los flancos montañosos hacia las partes bajas de la cuenca, donde la dirección principal del flujo es de suroeste a noreste en dirección al río Saucedá que después se convierte en el río Durango en las inmediaciones del valle. No existe una descarga subterránea considerable del acuífero.

En el periodo 1981-2007, se registraron abatimientos promedio de los niveles del agua de 2 a 15 metros, es decir, de 8 a 58 centímetros por año. El abatimiento medio en el acuífero para el periodo de referencia fue de 27 centímetros anuales.

5.3. Extracción y Uso del Agua Subterránea

Conforme a la información disponible, el acuífero 1003 Valle del Guadiana es explotado a través de 1,097 captaciones de agua subterránea, atendiendo al uso del agua están distribuidas como sigue: 347 agrícolas, 337 público urbano, 58 pecuario, 32 doméstico, 52 servicios, 44 industrial y 227 múltiples. El volumen de extracción se estima en 148.34 millones de m³/año.

Según la información recabada, la extracción total se distribuye por usos del agua como se indica: 78.75 millones de m³/año (53.1%) corresponde al uso público urbano; 44.91 millones de m³/año (30.3%), al uso agrícola; 14.54 millones de m³/año (9.8%), a usos múltiples; 9.33 millones de m³/año (6.3%), al industrial; 0.60 millones de m³/año (0.4%), a servicios y 0.21 millones de m³/año (0.1%), a doméstico.

5.4. Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea

En el agua del acuífero 1003 Valle del Guadiana, la concentración de los sólidos totales disueltos, varía de 200 a 800 miligramos por litro. En general la salinidad del agua en la región es baja. Los valores menores se encuentran hacia las estribaciones de las sierras ubicadas al poniente y sur del valle y se incrementan hacia la porción central y oriente del mismo. Existe una tendencia al incremento salino hacia el Río El Tunal, donde se presentan las concentraciones mayores de 500 miligramos por litro, mientras que al pie de las sierras ubicadas alrededor de la ciudad de Durango y en el extremo sur del valle, las concentraciones son de 200 miligramos por litro.

Respecto a la conductividad eléctrica, los valores en el agua subterránea varían de 200 a 1000 micromhos por centímetro, con una distribución similar a la de los sólidos totales disueltos, es decir, las mayores concentraciones hacia el centro del valle.

Según los diagramas triangulares de Piper, el agua en el subsuelo del valle corresponde a la familia sódica-bicarbonatada y en menor proporción a la mixta-bicarbonatada.

En el Valle del Guadiana se han detectado niveles de concentración de arsénico y flúor en algunos pozos de abastecimiento de agua potable que exceden los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud y el límite máximo permisible establecido por la legislación mexicana.

La presencia natural de arsénico y flúor en el agua subterránea del acuífero 1003 Valle del Guadiana, se determinó desde la década de los años ochenta, en concentraciones que rebasan el límite máximo permisible establecido en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" de 0.025 miligramos por litro para el arsénico y de 1.5 miligramos por litro para los fluoruros.

El agua subterránea del acuífero 1003 Valle del Guadiana presenta concentraciones de arsénico entre 0.010 y 0.200 miligramos por litro. Análisis de los sedimentos de ríos y arroyos realizados por el Servicio Geológico Mexicano, indican la presencia de arsénico en altas concentraciones, con una distribución es

similar a las del arsénico en el agua subterránea, con valores altos en la porción central y norte del valle y concentraciones bajas en la porción sur del mismo, por lo que se infiere que los sedimentos del valle podrían contribuir a la fuente de arsénico al agua subterránea. En relación a los fluoruros, se presentan concentraciones entre 1 y 20 miligramos por litro.

En la mayor parte del acuífero 1003 Valle del Guadiana, existe relación entre la profundidad de los pozos, la temperatura del agua y su concentración de arsénico y flúor. A profundidades que generalmente alcanzan a la roca riolítica (más de 120 metros), se encuentra agua con mayor temperatura (29 grados Celsius) y mayor concentración de arsénico y flúor. En contraste, pozos someros (menores de 100 metros) generalmente presentan agua a 21 grados Celsius y menor contenido de arsénico y también de fluoruros.

Otra relación que se cumple en la mayoría de los casos, es que a mayor caudal de extracción, se presenta mayor contenido de arsénico y flúor en el agua. En esta región, la concentración de flúor es directamente proporcional a la de arsénico.

En cuanto al uso agrícola, el segundo uso más importante en el valle, se hizo una evaluación de la calidad del agua basada en el criterio de Wilcox, según el cual, se clasificaron como C2-S1 y C1-S1, o sean aguas salinas con poco sodio (C2), de baja salinidad (S1) y bajo contenido de sodio (C1), respectivamente; es decir, pueden emplearse en la agricultura.

5.5. Modelo conceptual del acuífero

El acuífero 1003 Valle del Guadiana funciona como libre, se ha constituido en depósitos recientes aluviales, fluviales y lacustres, así como en depósitos granulares de la formación Ahuichila, y conglomeráticos Santa Inés, ambos del Terciario, en donde se han perforado la mayoría de las captaciones.

Las principales zonas de recarga las constituyen los materiales volcánicos del medio fracturado, que corresponden con una secuencia de rocas de composición riolítica, que texturalmente varían de flujos de ceniza a brechas volcánicas y volcanoclásticos asociados a un complejo volcánico de caldera.

La recarga del acuífero tiene tres componentes principales: la infiltración directa de la lluvia en las rocas fracturadas expuestas en las partes altas de las sierras, la infiltración de los escurrimientos superficiales en los flancos montañosos y el agua de retorno de riego y de uso público urbano. La recarga natural es la componente de mayor magnitud. La descarga natural del acuífero tiene lugar por evapotranspiración, principalmente en el área hacia el río Saucedá, donde en 2007 los niveles someros se encontraron hasta de un metro de profundidad, y por manantiales. La principal descarga la constituye las extracciones por captaciones (pozos y norias).

5.6. Balance de Agua Subterránea

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

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

La descarga total del acuífero es 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, la descarga del acuífero está compuesta por la extracción de las captaciones (148.3 millones de m³/año), manantiales (1.2 millones de m³/año) y por la evapotranspiración en áreas con niveles freáticos someros (4.8 millones de m³/año), componentes que en conjunto totalizan un volumen de agua de 154.3 millones de m³/año.

Para el cálculo del cambio en el volumen de almacenamiento, se consideró la evolución piezométrica del acuífero en el intervalo de tiempo 1981 a 2007, con base en la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático. Determinando el abatimiento de los niveles en zonas de igual evolución, valor que aplicado al área de cada zona donde se presentan dichos abatimientos y aplicado al coeficiente de almacenamiento de 0.09, resulta un cambio de almacenamiento de -21.2 millones de m³/año.

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

$$\text{Recarga total media anual} = 133.1 \text{ millones de m}^3/\text{año}.$$

5.7. Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

El 31 de enero de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización"; en el que para el acuífero 1003 Valle del Guadiana resultó una disponibilidad de -34.907588 millones de m³/año.

El 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos.", en el que para el acuífero Valle del Guadiana, se actualizó la disponibilidad media anual de agua, conforme al método señalado en la NOM-011-CONAGUA-2000, "Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", con fecha de corte del Registro Público de Derechos al 30 de septiembre de 2008.

XXXVI. REGION HIDROLOGICO-ADMINISTRATIVA III "PACIFICO NORTE"

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

ESTADO DE DURANGO

1003	VALLE DEL GUADIANA	133.1	6.0	134.005614	148.3	0.000000	-6.905614
------	--------------------	-------	-----	------------	-------	----------	-----------

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

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

Adicionalmente al volumen concesionado, por encontrarse el 86% de la superficie del acuífero 1003 Valle del Guadiana en una zona donde no aplican las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle de Guadiana, Dgo.", en el Registro Nacional Permanente del Registro Público de Derechos de Agua se tiene registrado un volumen de 2,287,370.50 m³/año.

Las cifras anteriores indican: a) que no existe volumen disponible en el acuífero 1003 Valle del Guadiana, b) que el volumen máximo de extracción de las captaciones en el acuífero debe ser de 127.1 millones de m³/año, resultado de restar la descarga natural comprometida (6.0 millones de m³/año) a la recarga total media anual (133.1 millones de m³/año).

En las condiciones actuales de explotación, existe un minado del almacenamiento no renovable del acuífero, que se refleja en abatimientos del nivel del agua, disminución del caudal y rendimiento de los pozos, mayor presencia de elementos tóxicos en el agua subterránea, en perjuicio tanto de la salud de la población que se abastece directamente con el agua del subsuelo como de las actividades económicas que dependen para su desarrollo de este recurso.

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

Con el fin de controlar los alumbramientos de aguas del subsuelo que se estaban efectuando de manera anárquica, lo que ponía en riesgo los aprovechamientos existentes así como las reservas de agua, el 19 de diciembre de 1956 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle de Guadiana, Dgo."

Este Decreto estableció veda en un 14% de la superficie del acuífero 1003 Valle del Guadiana, quedando fuera del ámbito de aplicación de dicha veda el 86% de su extensión.

Lo anterior plantea una situación de inequidad entre los usuarios asentados en la porción vedada del acuífero y los asentados fuera de la porción vedada, pues mientras los primeros están sujetos a las restricciones impuestas por la veda referida y a los volúmenes de agua autorizados en sus títulos de concesión, los segundos no están sujetos a las disposiciones de la veda vigente.

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas del acuífero Valle del Guadiana, como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, integrado por representantes de los sectores de usuarios del agua subterránea, se instaló el 14 de octubre de 2003.

7. Análisis de las condiciones de explotación, la situación regulatoria y su impacto en el desarrollo socioeconómico de la región

7.1. Escasez natural de agua

El acuífero 1003 Valle del Guadiana está ubicado en una región con clima semiárido templado en el valle y subhúmedo templado en la parte montañosa, con una precipitación pluvial media anual y un evaporación potencial media anual de 638 mm/año y 2199.3 milímetros por año, respectivamente. La mayor parte del agua precipitada se evapora, dejando un reducido excedente que genera escurrimiento o infiltración. Aunque existe una importante infraestructura hidráulica superficial en la región, ésta no es suficiente para cubrir la demanda de agua de la zona. El uso agrícola se abastece en un 67% de agua superficial y el resto de agua subterránea. Por otra parte, el uso público urbano cubre su demanda totalmente del agua subterránea.

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

7.2. Calidad del Agua

Otro aspecto importante es la presencia natural de altas concentraciones de flúor y arsénico en el agua subterránea del acuífero 1003 Valle del Guadiana, las cuales rebasan los límites máximos permisibles establecidos en legislación mexicana en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000. El agua subterránea presenta concentraciones de arsénico entre 0.010 y 0.200 miligramos por litro; y de flúor entre 1 y 20 miligramos por litro.

Las mayores concentraciones de arsénico se encuentran en la parte central, norte y noreste del acuífero 1003 Valle del Guadiana. La única zona con concentraciones por debajo del límite máximo permitido para el agua de uso y consumo humano para ambas determinaciones, corresponde a la porción sur-sureste del valle. En la mayor parte del valle, existe relación entre la profundidad de los pozos, la temperatura del agua y su concentración de arsénico y flúor. A profundidades mayores se encuentra agua con mayor temperatura y mayor concentración de arsénico y flúor. En contraste, pozos someros, generalmente presentan agua a menor temperatura y menor contenido de arsénico y flúor.

La Ley de Aguas Nacionales en su artículo 7 fracción VII, señala que es causal de utilidad pública el mejoramiento de la calidad del agua, lo que en el presente caso es trascendente ya que uno de los principales usos del agua subterránea es el público urbano, pues el agua de este acuífero prioritariamente se destina a la ciudad de Durango, este aspecto se constituye en fundamento para el establecimiento de la veda en todo el acuífero.

7.3. Sobreexplotación

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

Según los resultados del balance, la extracción media anual de agua del acuífero supera a su recarga media anual, es decir, el acuífero se encuentra sobreexplotado. Esta condición se verá agravada si se continúa la construcción de nuevas captaciones y el incremento en la extracción.

El uso del agua a costa del almacenamiento subterráneo ha tenido como consecuencia efectos tales como agotamiento del recurso, modificación del sistema de flujo subterráneo, desaparición de algunos manantiales y extracción de agua con mayor concentración de elementos como el arsénico y el flúor.

Adicionalmente, la sobreexplotación ha provocado conos de abatimiento en las áreas de concentración de las captaciones, lo que ha ocasionado incrementos en los costos de extracción y una competencia entre los usuarios por el aprovechamiento del agua.

Tal condición no es sostenible, tanto por la magnitud de los abatimientos provocados como por la calidad resultante del agua subterránea.

En relación con esta situación, las fracciones II y IV del artículo 7 de la Ley de Aguas Nacionales establece que es de utilidad pública: La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas y acuíferos, el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo, incluidas las limitaciones de extracción en zonas reglamentadas, las vedas, las reservas y el cambio en el uso del agua para destinarlo al uso doméstico y al público urbano.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

- El acuífero recibe un volumen renovable limitado que debe estar sujeto a una extracción controlada.
- El volumen de agua subterránea explotado en la zona es de 148.3 millones de m³/año, de los cuales el 53% se destina al uso público urbano.
- De acuerdo a los estudios técnicos, el acuífero se encuentra en una condición de sobreexplotación al ser el valor de su recarga menor al volumen de extracción, al modificarse el sistema de flujo subterráneo, al desaparecer algunos manantiales y al extraer agua subterránea con mayor concentración de elementos como el arsénico y el flúor.
- Conforme a la NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, el acuífero tiene una disponibilidad de agua de -6.905614 millones de m³/año a la fecha de corte del Registro Público de Derechos de Agua 30 de septiembre de 2008.
- El agua en la región del acuífero Valle del Guadiana presenta concentraciones que rebasan el límite permisible de los elementos flúor y arsénico establecidos en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.
- El acuífero se encuentra parcialmente vedado por el "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle de Guadiana, Dgo." publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 1956.
- Este decreto de veda cubre únicamente el 14% de la superficie del acuífero, lo que plantea una situación de inequidad entre los usuarios asentados en la porción vedada del acuífero y los asentados fuera de dicha porción y dificulta tener un control de las extracciones del acuífero.

8.2. Recomendaciones

- Ante un escenario de escasez natural de agua en contraste con la creciente demanda del recurso hídrico, que implican el riesgo de que se agrave la sobreexplotación y haya un mayor deterioro de la calidad del agua del acuífero, se requiere el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

- Considerando que la veda existente ya no corresponde con la situación actual, por el cambio en la condición de explotación del acuífero y debido a que la actual unidad de gestión es el acuífero, se recomienda que se modifique la veda actual con la finalidad de que se extienda a la totalidad del acuífero Valle del Guadiana.
- Una vez que tenga registrado en el Registro Público de Derechos de Agua el universo de usuarios del acuífero, se deberá ajustar el volumen de extracción, que en este estudio se estimó en 148.3 millones m³/año, al volumen máximo de 127.1 millones de m³/año, mediante un programa de reducciones.
- El programa de reducción de las extracciones formará parte del reglamento del acuífero, el cual será formulado en etapas posteriores a la veda, por la Comisión Nacional del Agua con la participación de los asignatarios y concesionarios del acuífero.
- Evaluar periódicamente el comportamiento del acuífero para identificar su respuesta a las acciones que se emprendan.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CONAGUA, "Estudio geohidrológico preliminar en el Valle del Guadiana, estado de Durango", 1970.
- CONAGUA, "Estudio geohidrológico en el Valle del Guadiana", 1973.
- CONAGUA, "Estudio geohidrológico en el Valle del Guadiana, Estado de Durango, para una superficie aproximada de 1000 km²", 1984.
- Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.
- NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002.
- CONAGUA, "Estudio de simulación hidrodinámica de los acuíferos de Vicente Guerrero Poanas y Guadiana, Dgo.", 1998.
- CONAGUA, "Estudios de reactivación de redes de monitoreo piezométrico de los acuíferos de los valles del Guadiana, Madero-Victoria y Canatlán, Dgo.", 1999.
- CONAGUA, "Estudio técnico del impacto por la explotación del agua subterránea en siete acuíferos localizados en los estados de: Durango, Hidalgo, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Sonora. Acuífero Valle del Guadiana, Dgo.", 2004.
- CONAGUA, "Estudio de prospección geohidrológica y caracterización hidrogeoquímica en el acuífero del Valle de Guadiana, Dgo.", 2005.
- La Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Secretaría de Gobernación, 2005. www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

TRANSITORIOS

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

ARTICULO SEGUNDO.- Los documentos en extenso que contienen los detalles técnicos, las figuras y planos correspondientes, están disponibles para consulta pública en las Oficinas de la Comisión Nacional del Agua en su Nivel Nacional, que se ubica en Insurgentes Sur 2416, colonia Copilco El Bajo, México, D.F., C.P. 04340; en su nivel Hidrológico-Administrativo en el Organismo de Cuenca Pacífico Norte, en Avenida Federalismo y Bulevar Culiacán sin número, colonia Recursos Hidráulicos, Culiacán, Sinaloa, C.P. 80100; y en la Dirección Local Durango, en Bulevar Francisco Villa kilómetro 6.5, Ciudad Industrial Durango, Durango, Durango, C.P. 34208.

Atentamente

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