

***Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero Valle de Celaya (1115),  
Estado de Guanajuato***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación  
20 de abril de 2015*

## Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

CDXLIX REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
<b>ESTADO DE GUANAJUATO</b>							
1115	VALLE DE CELAYA	286.6	0.0	423.463169	593.0	0.000000	-136.863169

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-2015.

**ACUIFERO 1115 VALLE DE CELAYA**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	100	30	27.3	20	25	42.0	
2	100	32	18.5	20	24	28.4	
3	100	33	50.9	20	22	36.8	
4	100	39	5.3	20	21	1.0	
5	100	39	19.7	20	23	59.3	
6	100	44	13.4	20	22	17.5	
7	100	52	38.3	20	24	31.9	
8	100	58	8.0	20	20	13.8	
9	101	5	42.7	20	21	7.5	
10	101	4	13.8	20	27	54.3	
11	101	3	9.0	20	45	1.9	
12	101	0	40.0	20	46	15.8	
13	101	2	9.4	20	48	1.3	
14	101	0	18.1	20	49	49.3	
15	100	54	55.2	20	50	47.9	
16	100	53	40.6	20	52	21.3	
17	100	51	33.4	20	50	24.4	
18	100	47	19.0	20	50	57.5	
19	100	44	29.8	20	49	23.4	
20	100	43	9.2	20	49	52.4	
21	100	34	36.2	20	48	35.6	DEL 21 AL 22 POR EL LIMITE ESTATAL
22	100	34	23.6	20	43	51.2	DEL 22 AL 23 POR EL LIMITE ESTATAL
23	100	30	23.0	20	31	52.4	DEL 23 AL 24 POR EL LIMITE ESTATAL
24	100	29	21.1	20	26	40.0	
1	100	30	27.3	20	25	42.0	



***Comisión Nacional del Agua***

***Subdirección General Técnica***

***Gerencia de Aguas Subterráneas***

***Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica***

**DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD  
DE AGUA EN EL ACUÍFERO  
VALLE DE CELAYA, ESTADO DE GUANAJUATO**

México, D.F., 30 de abril de 2002

# DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE CELAYA, ESTADO DE GUANAJUATO.

## CONTENIDO

### **I.- GENERALIDADES.**

- 1.1.- Antecedentes.
- 1.2.- Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica.
- 1.3.- Municipios.

### **II.- MARCO FÍSICO.**

- 2.1.- Climatología.
- 2.2.- Hidrografía.
- 2.3.- Geología.

### **III.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.**

- 3.1.- El acuífero.
- 3.2.- Niveles de agua subterránea..
- 3.3.- Extracciones de agua subterránea.

### **IV.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.**

- 4.1.- Ecuación de balance.
- 4.2.- Recarga.
- 4.3.- Descarga.
- 4.4.- Cambio de almacenamiento.

### **V.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA.**

### **BIBLIOGRAFÍA.**

# **DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUIFERO VALLE DE CELAYA, ESTADO DE GUANAJUATO.**

## **1.- GENERALIDADES**

### **1.1. Antecedentes.**

Este es uno de los acuíferos más grandes del estado, ya que se extiende desde el estado de Querétaro hasta la localidad de Irapuato, aunque, para fines administrativos, ha sido dividido en varios acuíferos.

En la zona de estudio existen dos acuíferos, uno frío, superior alojado principalmente en aluviones recientes y basaltos, y otro termal, inferior formado por rocas riolíticas.

Debido al desarrollo, tanto agrícola como poblacional, a través del tiempo se ha venido incrementando la extracción del agua subterránea, por medio de pozos profundos, ya que en 1982, el volumen de extracción calculado en las 2,006 obras activas, ahí enclavadas, fue de 538 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>). Pese a la recarga recibida por este acuífero cada año, existe sobreexplotación del agua subterránea, ya que es mayor la descarga del agua que la recarga anual que entra al subsuelo.

Las profundidades de bombeo son superiores a los 80 m y los abatimientos medios anuales rebasan los 2 m. Por tal razón, en el valle de interés se han producido asentamientos del terreno, dando lugar a extensas fallas regionales, que han devastado casas habitación, museos, conventos, calles, entre otros.

Dentro de la zona se encuentra ubicado el distrito de riego No. 85, “La Begoña”, cuyas demandas de agua son solventadas por la presa Ignacio Allende, así como por pozos profundos, dado que un gran porcentaje del volumen de agua extraído es destinado al uso agrícola.

Actualmente, se implementa un nuevo sistema de agua potable para dar servicio a la Ciudad de Celaya con pozos que cuentan con tuberías de descarga de 14” perforados sobre el volcán de La Gavia.

### **1.2.- Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica**

El acuífero del valle de Celaya se localiza en la porción oriental del estado de Guanajuato, y tiene como límites los siguientes: al oriente, el estado de Querétaro; al norte, los acuíferos del Río La Laja y San Miguel de Allende; al poniente, el acuífero de Irapuato, y al sur, los acuíferos de Salvatierra y La Cuevita. Su extensión superficial es de 3, 143 km<sup>2</sup>.

Asimismo, se encuentra delimitado por las coordenadas geográficas que aparecen a continuación:

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	100	24	14.4	20	16	33.6	
2	100	24	50.4	20	17	31.2	
3	100	29	42.0	20	19	33.6	
4	100	33	43.2	20	20	9.6	
5	100	37	19.2	20	21	28.8	
6	100	39	0.0	20	21	39.6	
7	100	53	16.8	20	24	3.6	
8	101	4	4.8	20	28	37.2	
9	101	3	39.6	20	49	12.0	
10	101	0	18.0	20	49	48.0	
11	100	56	49.2	20	51	39.6	
12	100	54	0.0	20	51	46.8	
13	100	51	32.4	20	50	24.0	
14	100	47	20.4	20	50	56.4	
15	100	44	52.8	20	48	54.0	
16	100	43	33.6	20	49	15.6	
17	100	34	37.2	20	48	36.0	Del 17 al 18 por el límite estatal
18	100	32	56.4	20	44	9.6	Del 18 al 19 por el límite estatal
19	100	29	16.8	20	28	4.8	Del 19 al 20 por el límite estatal
20	100	21	46.8	20	17	45.6	
1	100	24	14.4	20	16	33.6	

### 1.3.- Municipios

Los municipios que comprenden el acuífero del Valle de Celaya son: Cortazar, Villagrán, Santa Cruz de Juventino Rosas, Comonfort, Apaseo El Grande, Apaseo El Alto y Celaya.

Además, en la zona de interés existe el Decreto de Veda Bajío-Celaya, que establece por tiempo indefinido veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región del bajío, zona Celaya, Juventino Rosas, Apaseo, Comonfort, Cortazar, Apaseo El Grande y Apaseo El Alto, en el estado de Guanajuato. Este decreto salió con fecha 8 de octubre de 1952, y la publicación data del 29 de octubre de 1952.

Para el resto del estado, el decreto de veda tiene fecha del 4 de noviembre de 1983 y la publicación, del 14 de noviembre de 1983.

Igualmente, en este acuífero se encuentra el Distrito de Riego N° 85 “La Begoña”, ubicado en el municipio de San Miguel de Allende, donde también se localiza la presa Ignacio Allende, con una capacidad total de 251 Mm<sup>3</sup>, la cual es alimentada por el río La Laja, con un escurrimiento medio anual de 192 Mm<sup>3</sup>.

Los principales usuarios de aguas subterráneas son los sistemas de agua potable ubicados en las cabeceras municipales de: Celaya, Comonfort, Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, J. Rosas, Cortazar, Villagrán.

## **II.- MARCO FÍSICO.**

### **2.1.- Climatología.**

En esta zona el clima es templado, húmedo, subhúmedo con lluvias en verano, y seco en invierno, donde la precipitación media anual es de 600 mm; asimismo, la temperatura que predomina oscila entre 18 y 20° C.

### **2.2.- Hidrografía.**

Este acuífero se encuentra en la Región Hidrológica No. 12, Lerma-Santiago, en la subregión Medio Lerma, a la que pertenece la cuenca del río La Laja, así como la subcuenca Pericos. En esta última se localiza el distrito de riego No. 085, “La Begoña”, con una superficie beneficiada de 10,000 hectáreas, ubicada en la parte central de la zona que nos ocupa, al norte de la ciudad de Celaya.

Dentro del distrito se aprovechan los escurrimientos del río La Laja, controlados por la presa Ignacio Allende, misma que se localiza fuera del área en estudio, en las cercanías de la ciudad de San Miguel de Allende.

### **2.3.- Geología.**

La zona en cuestión se haya enclavada, en su mayor parte, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, mientras que una pequeña porción septentrional pertenece a la provincia de la Meseta Central.

El Eje Neovolcánico corresponde a una región de intensa actividad volcánica en los periodos Terciario y Cuaternario; se caracteriza por contener pocos ríos y muchos lagos, siendo los principales: Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo y Yuriria.

Además, la zona se encuentra en la subprovincia del Bajío Guanajuatense, que es un cinturón que atraviesa a lo ancho el estado de Guanajuato, desde el valle de Los Apaseos hasta el de Irapuato, y de ahí, se desplaza ligeramente al norte, hasta la ciudad de León, con un área de 1055.6 km<sup>2</sup>. Esta subprovincia está caracterizada por llanuras de aluviones profundos y ausencia total de lomas, barrancas y/o cañadas. Esta franja contiene tierras aptas para la agricultura, y en ella se encuentran los municipios de Celaya, Cortazar y Villagrán, que son los más importantes productores agrícolas del estado.

Al sur de la región se localizan el cerro Grande de La Gavia y El Culiacán, dentro de la subprovincia de Sierras y Bajos Michoacanos, que forman parte de las muchas sierras originadas por volcanes escudo; ahí, la agricultura es de temporal. Los asentamientos humanos se han ido expandiendo con el paso de los años.



Geomorfológicamente, en la zona se distinguen 4 unidades, como se describe a continuación: valles, conos volcánicos, sierras volcánicas y mesetas. Entre los valles destacan el de Los Apaseos y el de Obrajuelo; el primero tiene una forma muy plana con una ligera pendiente hacia el poniente.

En las porciones norte, sur y oriental, limitan al valle elevaciones topográficas que alcanzan hasta 800 metros sobre el nivel de valle; sin embargo, la forma plana del valle de Celaya nos da idea del origen lacustre.

Por su parte, el valle de El Obrajuelo se ubica al oriente del área de estudio, limitado por elevaciones topográficas de suave relieve, con topografía plana de 1760 msnm y está drenado por el río Querétaro, que lo cruza de oriente a poniente.

Conos volcánicos flanquean sus lados norte y sur, constituidos por rocas extrusivas de composición basáltica, los que aun conservan su forma original, con pendiente mayor y un drenaje del tipo radial.

Sierras volcánicas, en los extremos norte y sur, se elevan hasta 2550 msnm y a 800 sobre el valle, mismas que exponen laderas con fuertes pendientes, disectadas por arroyos que forman un drenaje del tipo radial-dendrítico. Al norte, están constituidas por productos de composición basáltica, mientras que hacia sur las conforman rocas ígneas riolíticas.

De igual forma, en la parte central-este, correspondiente a los alrededores del valle de El Obrajuelo, se observan varias mesetas constituidas por derrames lávicos de composición basáltica; éstas se elevan entre 50 y 100 metros sobre los valles, con superficie ondulada y una ligera inclinación hacia el poniente. Otra de sus características es que se encuentran afalladas, lo que origina escalonamientos con bloque caído al oriente, dando lugar uno de estos al piso del valle de Obrajuelo y otro, al valle de Querétaro.

En lo que respecta a la geología, las rocas que conforman el marco regional son sedimentarias e ígneas, con edades que van del Cretácico al Reciente. Las rocas más antiguas pertenecen a la Formación Soyatal-Mezcala, que consiste en una alternancia de calcarenitas, calizas laminadas y lutitas con margas, fosilíferas. Se le encuentra al noreste del estado, con espesores que llegan a ser de 800 m y edad del Cretácico Inferior.

Las rocas volcánicas del Terciario Temprano (Eoceno-Oligoceno), consisten, como su nombre lo indica, en una secuencia volcánica de composición andesítica a dacítica, que subyace a las secuencias de ignimbritas del Oligoceno-Mioceno, en la parte meridional de la sierra de Codornices. Son lavas muy fracturadas y alteradas, que presentan en muchos de sus afloramientos alteración hidrotermal.

De naturaleza riolítica, aparece la riolita Chichindaro, también del Oligoceno, la cual se trata de lava porfídica, que presenta, en ocasiones, estructura dómica. En la zona de interés se encuentra una buena porción de afloramientos de esta unidad, misma que se haya intercalada con tobas, brechas y productos piroclásticos; de igual manera, cubre a las secuencias ignimbríticas del Oligoceno-Mioceno, que están formadas por alternancia de tobas riolíticas e ignimbríticas, las cuales provienen del noreste y corresponden a eventos contemporáneos al evento superior de la

Sierra Madre Occidental; presenta espesor de 200 a 600 m en la zona; se le observa cubriendo discordantemente a las secuencias sedimentarias de la Formación Soyatal-Mezcala y, en ciertos sitios, a las rocas volcánicas del Terciario Temprano.

En la porción noreste del área de estudio se encuentran rocas que forman mesetas al pie del volcán Palo Huérfano, estas afloran en el cañón del río La Laja, donde se colocó la cortina de gravedad de la presa Ignacio Allende, las cuales tienen un espesor de 100 m y edad del Mioceno.

Formada por derrames de andesita en forma de lengüetas con terminaciones lobulares, aparece las secuencias volcánicas del volcán de Palo Huérfano y San Pedro, con espesor de 20 a 30 m. Se les ha asignado una edad del Mioceno Tardío.

Se incluye en esta unidad, a las rocas basálticas formadas por vulcanismo fisural, asociado a las fallas N-S que afectaron las secuencias ignimbríticas -a fines del Mioceno-. Además, se encuentran formadas por lavas que varían en composición de dacita a basalto; este último contiene vesículas uniformes y muy pequeñas, algunas de ellas rellenas de sílice amorfo, la textura es afanítica, observándose únicamente pequeños cristales de olivino alterado. El espesor máximo de estas mesetas, es de alrededor de 100 m; también, cubre discordantemente a la secuencia riolítica del Oligoceno Tardío en la porción noreste, mientras que en el sur reposa sobre las secuencias ignimbríticas del Mioceno Tardío. Por sus relaciones estratigráficas y por encontrarse asociada al arreglo de fallas N-S, se le asigna una edad del Plioceno Tardío.

Con el nombre de Secuencias Andesíticas del Terciario Tardío, se agrupan las rocas volcánicas del volcán San Pedro, que forma parte del campo volcánico de San Miguel de Allende, que es un estratovolcán ubicado en la parte nororiental de la zona de interés. Consiste en materiales piroclásticos y tobas coronadas por lavas masivas, fracturadas, de composición andesítica, que en ciertos sitios presentan brechas volcánicas y lavas dacíticas con foliación; su espesor máximo se calcula es de 300 m aproximadamente. Estas rocas cubren discordantemente a las secuencias ignimbríticas y están debajo de las mesetas de basalto y de los volcanes escudos que pertenecen a las secuencias basálticas del Pleistoceno, y se les encuentra, también, subyaciendo al aluvión. Su edad es del Mioceno Tardío.

Asimismo, aparecen las mesetas basálticas contenidas en la parte norte de la zona, conocidas como Basaltos del Mioceno Tardío, con presencia de alteración hidrotermal en algunos lugares y el relleno de sus vesículas, esencialmente, de sílice. Están asociadas a la distensión del Mioceno Tardío.

De edad Mioceno-Plioceno aparecen los flujos de rocas riolíticas, en la porción sureste de la zona, formadas por piroclásticos densos, de composición riolítica, alineados a lo largo de dos estructuras con orientación E-W; dicha secuencia forma la sierra de Los Agustinos, que divide los valles de Salvatierra con el de La Cueva y, a su vez, forma la sierra meridional del acuífero de Los Apaseos, al oriente de la zona que nos ocupa. Su espesor máximo es de 400 m.

Otras rocas basálticas, que forman estructuras de escudo, se encuentran estratificadas con cenizas volcánicas, tobas y brechas volcánicas, son las que forman las rocas denominadas “Volcanes Escudo del Plioceno-Pleistoceno”, las cuales forman las dos estructuras volcánicas más amplias de la zona de interés: los volcanes La Gavia y El Culiacán, mismos tienden a alinearse con la

traza de las grandes fallas NW-SE, del Terciario Medio, reactivadas a fines del Terciario. Su espesor se determinó entre los 200 y 600 m.

Hacia el Cuaternario tenemos en la zona, volcanes –monogenéticos y escudo- del Pleistoceno, que se distribuyen en la parte meridional de la región. Tienen espesor de 200 m, en las cercanías de cada volcán, aunque en el subsuelo su distribución es reducida.

Considerada la unidad más joven que aflora en la zona, de edad Pleistoceno al Reciente, el aluvión engloba a los depósitos que rellenan, en forma escalonada, al valle de Celaya, constituido por materiales producto de la erosión de las sierras que rodean al valle y por sedimentos fluviales, principalmente, del río La Laja –grava, arena y arcilla-. Estos depósitos son heterogéneos, con espesor de 100 m.

### **III.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.**

#### **3.1.- El acuífero.**

El acuífero del Valle de Celaya está constituido por secuencias de basalto, que afloran en gran parte de la zona, cubiertas, a veces, por depósitos aluviales y lacustres de espesor reducido. Asimismo, se presentan los basaltos en las estribaciones de las sierras, donde forman grandes volcanes escudo y monogenéticos de lava; estas sierras se extienden alrededor de los valles intermontanos actuando como zonas de recarga. Para esto, las principales unidades geológicas se describen brevemente a continuación:

Como acuitardo se tiene a la Formación Soyatal-Mezcala, aunque en el área de Rincón de Centeno, aparece como acuífero del tipo “libre”, con transmisividad de  $1.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ . Otras rocas que se comportan como acuitardo son las volcánicas del Terciario Temprano, pero no tienen una amplia distribución en la región, por lo que pierden importancia. Asimismo, la Andesita Allende, se le considera acuífero “libre”, localizada en la porción nortoriental de la zona.

La riolita Chichíndara es una secuencia riolítica, considerada como zona de recarga, aunque se desconoce su comportamiento hidrogeológico. Por su parte, la secuencia ignimbrítica del Oligoceno-Mioceno se comporta como acuífero “semiconfinado”, debido a las alternancias de tobas de baja permeabilidad, con transmisividad de  $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ . También, las secuencias volcánicas del volcán Palo Huérfano y San Pedro actúan como zonas de recarga del acuífero regional.

Dentro de las rocas que son muy permeables se encuentran las rocas extrusivas de los volcanes monogenéticos, que presentan profundas fracturas; de igual manera, en las partes elevadas de las sierras, actúan como zonas de recarga, y, en las partes bajas, llegan a formar acuíferos en medio fracturado, con buen rendimiento. Tienen transmisividades del orden de  $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Al mismo tiempo, los depósitos granulares que rellenan las fosas escalonadas del valle de Celaya, tienen espesores de unos cuantos metros hasta casi 200 m, que inicialmente se comportaban como acuífero “libre”, pero por la intensidad del bombeo, cuyos volúmenes rebasan a la recarga media anual que recibe, los niveles del agua subterránea han descendido peligrosamente, dando lugar a

fallas regionales que seccionan a la ciudad de Celaya, y ha cambiado el comportamiento del acuífero, pasando a “semiconfinado”. La transmisividad en este acuífero es de  $4 \times 10^{-4}$  a  $1.65 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Contrario a aquéllas, están las unidades de baja permeabilidad que funcionan como barreras del flujo subterráneo, tales como los flujos de rocas riolíticas, localizadas en algunos sitios de la zona en cuestión.

### **3.2.- Niveles de agua subterránea.**

Se tienen datos piezométricos de 1956 hasta 1999, de donde se obtuvieron los datos que se describen brevemente a continuación.

La profundidad al nivel estático en la zona de interés fluctúa de 15 a poco más de 120 m: en el municipio de Comonfort, junto al río La Laja, se encuentran los valores más bajos; mientras que en el municipio de Juventino Rosas, llegan a ser hasta de 125 m, ya que es un área topográficamente más alta. En general, predominan las profundidades de 50 m, que van aumentando hacia las partes más elevadas.

En el municipio de Villagrán, por el área de San Antonio, los niveles tienen valores de 100 m de profundidad y la temperatura del agua subterránea es muy elevada.

Ya en la porción occidental de la zona, en donde se encuentra la ciudad de Celaya, las profundidades al nivel estático rebasan los 100 m, ocasionado por los 80 pozos profundos que utilizan para agua potable, y operan 24 horas, los 365 días del año.

Con relación a la configuración del flujo subterráneo, las curvas de igual elevación del nivel del agua subterránea, donde los valores oscilan entre 1,785 msnm, en la parte norte de la zona, y 1620 msnm, a la altura de Celaya. El flujo subterráneo presenta una orientación norte-sur, mientras que al norte de la localidad de Cortazar existen dos conos de abatimiento, así como en la porción poniente de Celaya, ocasionados por el intenso bombeo.

### **3.3.- Extracciones de agua subterránea.**

En el acuífero del Valle de Celaya se extraen anualmente  $593 \text{ Mm}^3$ , a través de 2,887 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales: 2745 son pozos profundos, 66 son norias y 76 son manantiales; la mayor parte de este volumen se utiliza en la agricultura.

## **IV.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.**

### **4.1.- Ecuación de balance.**

La ecuación general de balance de la conservación de la masa, de acuerdo a la ley de Darcy establece lo siguiente:

$$\text{Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de almacenamiento (As)} \dots \dots \dots (1)$$

En las entradas se involucran tanto el flujo subterráneo que proviene de las sierras aledañas que alimentan al valle, como el aporte lateral que se genera de los acuíferos adyacentes, así como la recarga vertical, dan como resultado 286.6 Mm<sup>3</sup>/año.

Por su parte, las salidas del acuífero están conformadas por los volúmenes de agua que migran de éste hacia las zonas geohidrológicas vecinas son nulas, mientras que por la extracción de los aprovechamientos de agua subterránea es de 593 Mm<sup>3</sup>/año.

De lo anterior, el balance se planteó de la manera siguiente: se consideró una entrada total de 286.6 Mm<sup>3</sup>/año, extracción del agua de 593 Mm<sup>3</sup>/año y un cambio de almacenamiento de -161.3 Mm<sup>3</sup>/año.

#### **4.2.- Recarga.**

La zona de estudio recibe recarga total de 286.6 Mm<sup>3</sup>/año.

#### **4.3.- Descarga.**

Por su parte, las descargas del acuífero del Valle de Celaya se efectúan principalmente por bombeo, siendo la descarga total de 593 Mm<sup>3</sup>/año.

#### **4.4.- Cambio de almacenamiento.**

Calculado de la evolución media anual, el cambio de almacenamiento es de -161.3 Mm<sup>3</sup>/año.

### **V.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA.**

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica = Recarga total anual - Descarga natural comprometida. - Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

#### **5.1.- Recarga total media anual**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de Celaya es de 286.6 millones de metros cúbicos por año (Mm<sup>3</sup>/año).

## **5.2.- Descarga natural comprometida**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Valle de Celaya, la descarga natural comprometida es nula.

## **5.3.- Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA**

En el acuífero Valle de Celaya el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 361'150,556 m<sup>3</sup>/año.

## **5.4.- Disponibilidad de aguas subterráneas**

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$-74'550,556 = 286'600,000 - 0 - 361'150,556$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Celaya.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Dirección General de Aprovechamiento Hidráulicos de la Subdirección de Geohidrología dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Actualización del estudio Geohidrológico del Valle de Celaya, Guanajuato. Elaborado por Geocalli, S. A. Consultores, 1982.
- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato. Estudio Geohidrológico y Modelo Matemático del Acuífero de los Apaseos, Gto., Elaborado por Lesser y Asociados, S. A. de C.V. 1995.
- CNA. Diseño de redes de monitoreo de los valles de Celaya, León, Pénjamo-Huanimaro y Jaral de Berrios Estado de Guanajuato. Elaborado por Ingeniería Cirrus, S.A. de C.V., 1996.
- CNA. Estudio para la actualización de las mediciones piezométricas del acuífero del Valle de Celaya, que se encuentra en el Estado de Guanajuato. Elaborado por Unitecna, S.A. de C.V., diciembre 1997.
- CEASG de Guanajuato. Seguimiento al Estudio Hidrogeológico y Modelo Matemático del Acuífero del Valle de los Apaseos, Guanajuato, realizado por Ingeniería Geológica Computarizada, S.A. de C.V., junio de 1998).
- CEAS de Guanajuato, Estudio Hidrogeológico y Modelo Matemático del Acuífero del Valle de Celaya, realizado por Ingeniería Geológica Computarizada, S. A. de C. V., octubre de 1999).
- CEASG, Lesser y Asociados. Material Gráfico de Este Estudio. 2000.