

***Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero Boca del Cerro (2708),  
Estado de Tabasco***

*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.**

### DCXXXV REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "FRONTERA SUR"

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					

#### ESTADO DE TABASCO

2708	BOCA DEL CERRO	785.0	390.0	3.949185	1.4	391.050815	0.000000
------	----------------	-------	-------	----------	-----	------------	----------

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 2708 BOCA DEL CERRO**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	91	34	44.7	17	31	28.1	
2	91	24	14.3	17	32	21.8	
3	91	15	55.9	17	36	35.9	
4	91	10	38.3	17	45	57.8	
5	91	10	13.0	17	58	33.3	DEL 5 AL 6 POR EL LIMITE ESTATAL
6	90	59	16.4	17	48	49.9	DEL 6 AL 7 POR EL LIMITE INTERNACIONAL
7	91	26	21.6	17	15	0.5	DEL 7 AL 8 POR EL LIMITE ESTATAL
8	91	25	58.8	17	15	44.2	DEL 8 AL 9 POR EL LIMITE ESTATAL
9	91	38	11.9	17	31	54.0	
1	91	34	44.7	17	31	28.1	



***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 BOCA DEL  
CERRO, ESTADO DE TABASCO.**

México, D., F., 30 de abril de 2002

# DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO BOCA DEL CERRO, ESTADO DE TABASCO

## CONTENIDO

- 1 Generalidades**
  - 3.2 Antecedentes
  - 3.3 Localización
  - 3.4 Municipios
  - 3.5 Estudios técnicos realizados con anterioridad**
- 2 Marco Físico**
  - 2.1 Clima
    - 2.1.1 Temperatura media anual
    - 2.1.2 Precipitación media anual
    - 2.1.3 Evaporación potencial media anual
  - 2.2 Hidrografía
    - 2.2.1 Región hidrológica
    - 2.2.2 Cuenca del Río Tula
    - 2.2.3 Infraestructura Hidráulica
  - 2.3 Geología
    - 2.3.1 Provincia Fisiográfica
    - 2.3.2 Geología estructural
    - 2.3.3 Estratigrafía
- 3 Hidrología Subterránea**
  - 3.1 Tipo de acuífero
  - 3.2 Niveles del Agua Subterránea
    - 3.1.1 Profundidad del nivel estático
    - 3.1.2 Elevación del nivel estático
    - 3.1.3 Evolución del nivel estático
    - 3.1.4 Hidrogeoquímica y Calidad del Agua
    - 3.1.5 Censo de aprovechamientos e hidrometría
- 4 Balance de aguas subterráneas**
  - 4.1 Ecuación de balance
  - 4.2 Recarga
    - 4.2.1 Recarga natural
    - 4.2.2 Recarga inducida
    - 4.2.3 Flujo horizontal
  - 4.3 Descarga
    - 4.3.1 Evapotranspiración
    - 4.3.2 Descargas naturales
    - 4.3.3 Extracción de agua subterránea
    - 4.3.4 Flujo subterráneo
  - 4.4 Cambio de almacenamiento
- 5 Disponibilidad**
  - 5.1 Recarga total media anual
  - 5.2 Descarga natural comprometida
  - 5.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado
  - 5.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

# 1.Generalidades

## 1.1 Antecedentes

La Ley de Aguas nacionales y su Reglamento (LAN) contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CNA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana (NOM) “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (NOM de Disponibilidad). Esta norma a sido preparada por un grupo de especialistas provenientes de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, organismos de los Gobiernos de los Estados y Municipios y de la CNA.

Con la publicación de la LAN en diciembre de 1992, se establece que los aprovechamientos de agua subterránea deberán de estar inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), estimándose a esa fecha un universo de 140,000 pozos existentes en todo el país, de los cuales, unos 42,600 contaban con registro nacional y otros 10,000 tenían algún tipo de autorización. A finales de 1995 se emitieron Decretos Presidenciales que otorgan facilidades a los usuarios para inscribir sus pozos en el REPDA, estos decretos se prorrogaron hasta finales de 1999, con lo que se ha logrado captar a casi todo el universo de usuarios. Uno de los instrumentos que le dará certidumbre jurídica a los actos de autoridad de la CNA es la publicación en el DOF de los datos de disponibilidad de aguas subterránea en cada uno de los acuíferos del país y la publicación de los estudios técnicos correspondientes. Esta publicación deberá estar dentro de los lineamientos que establece la NOM de disponibilidad.

El método que establece la NOM indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterránea deberá de realizarse un balance de aguas subterráneas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos y de esta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el REPDA.

Los datos técnicos que se publiquen, deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información necesaria, en donde quede claramente especificado el balance de aguas subterráneas, se determine el rendimiento permanente, y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar, considerando los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

## 1.2 Localización

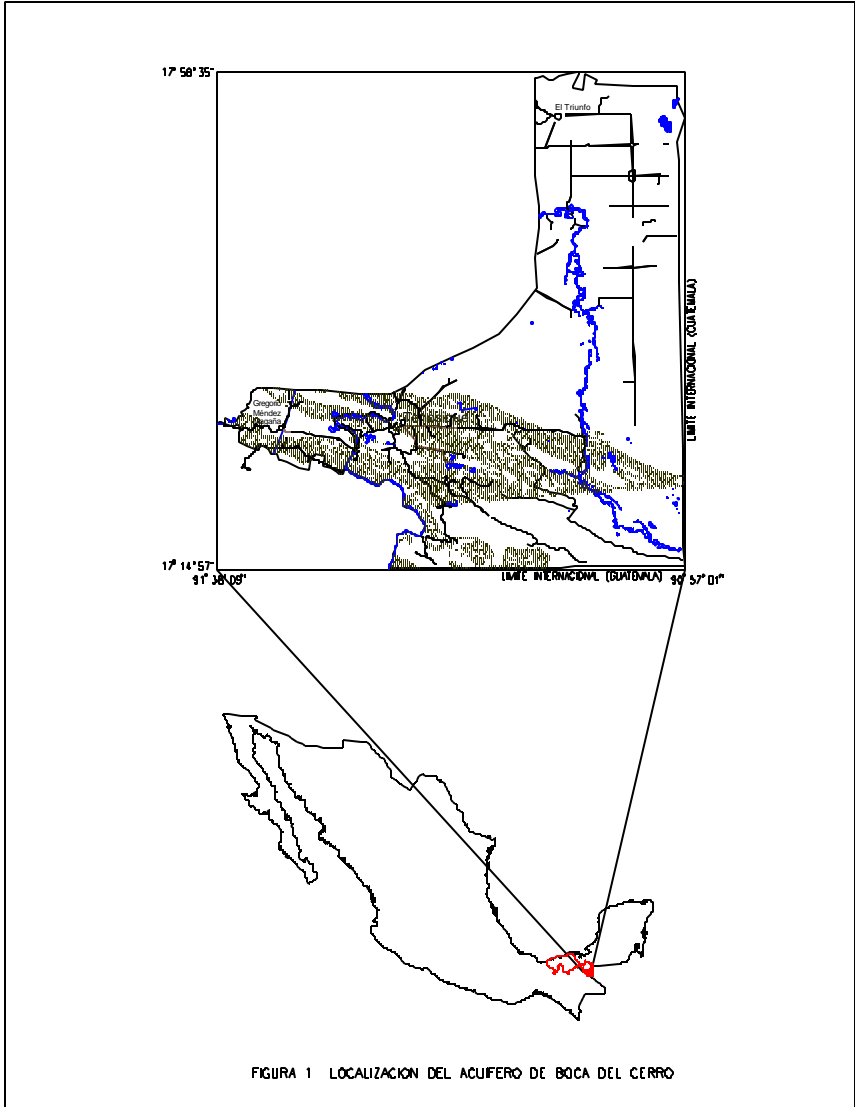
El Acuífero de Boca del Cerro, se localiza en la parte oriental del Estado de Tabasco, está limitado al norte por el Estado de Campeche, al este por la República de Guatemala, al oeste por el acuífero de los Ríos y al sur por la Sierra Madre de Chiapas.

El acuífero, cubre una superficie aproximada de 2,948 km<sup>2</sup>.

Las coordenadas del polígono para enmarcar el área de estudio se presentan en la tabla 1.

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	90	59	16.8	17	48	50.4	
2	90	59	16.8	17	14	56.4	
3	91	26	20.4	17	15	0.0	
4	91	38	13.2	17	32	27.6	
5	91	34	12.0	17	32	13.2	
6	91	34	12.0	17	32	13.2	
7	91	24	46.8	17	31	48.0	
8	91	14	24.0	17	37	22.8	
9	91	10	58.8	17	41	42.0	
10	91	10	58.8	17	55	37.2	
11	91	10	12.0	17	58	33.6	
1	90	59	16.8	17	48	50.4	

Tabla 1 Coordenadas que definen al área del Acuífero de Boca del Cerro

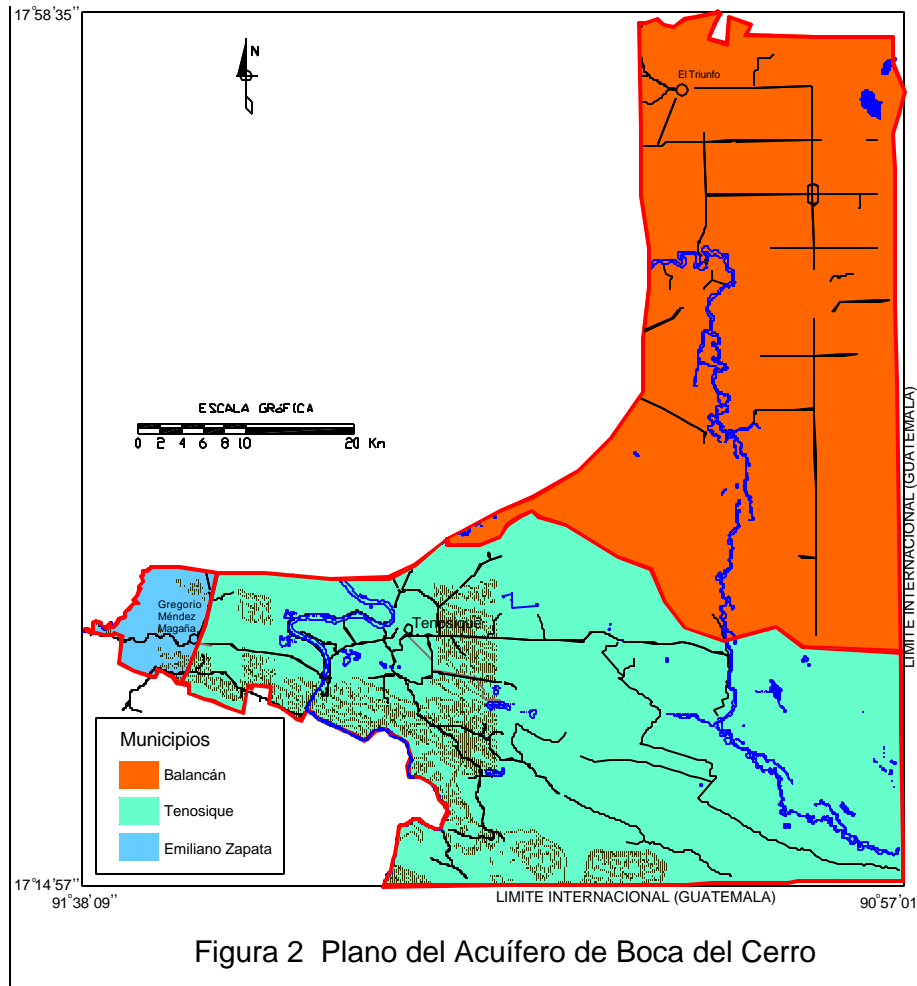


### 1.3 Municipios

En el Acuífero de Boca del Cerro, se encuentran comprendidos tres municipios, que por orden de importancia territorial son los siguientes: Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata.



El acceso se lleva a cabo a través de la carretera Federal No. 186 (Villahermosa-Escárcega), a partir del kilómetro 159, parte la desviación a Balancán desde donde se puede acceder a la parte norte del área del acuífero. La carretera federal No. 203, que parte de la 186, y desde ahí se puede acceder a Emiliano Zapata y luego a Tenosique, que es el poblado más importante del área de estudio.



#### 1.4 Estudios técnicos realizados con anterioridad

El informe técnico existente en la zona es el Estudio de gran Visión de la Región Grijalva-Usumacinta, Tabasco y Chiapas, realizado por ICATEC, S.A., para la Dirección de Estudios de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en 1976.

## 2. Marco Físico

### 2.1 Clima

El clima que predomina en esta región, es cálido moderadamente húmedo, con nula deficiencia de agua, con régimen normal de calor, las lluvias normalmente se presentan durante los meses de Junio, julio, agosto, septiembre y octubre, con un 65% del total precipitado, en los siguientes meses, las lluvias son menos intensas. Las temperaturas más altas se presentan en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre con un promedio de 28.6° C.

#### 2.1.1 temperatura media anual

La temperatura media anual para esta zona se estima en 26.8° C.

#### 2.1.2 precipitación media anual

La precipitación media anual calculada para la zona es de 2302.9 mm.

#### 2.1.3 evapotranspiración potencial media anual

Para esta área se ha calculado una evapotranspiración media anual de 1,932.44 mm.

### 2.2 Hidrografía

La corriente más importante en la región del acuífero es el río Usumacinta y sus afluentes.

#### 2.2.1 región hidrológica

La región Hidrológica a la que pertenece el acuífero es la No. 30

#### 2.2.2 Cuenca del Río Usumacinta

El río Usumacinta y sus afluentes tales como el río Chixoy, que tiene la mayor parte de su longitud en territorio Guatemalteco y a la altura de la estación El Cedro, tiene unacuenca de 12,685 km<sup>2</sup> con un escurrimiento medio anual de 19,226 Mm<sup>3</sup> y el río Lacantún que cerca de la confluencia con el Usumacinta, en la estación Agua Verde, tiene un escurrimiento medio anual de 29,405 Mm<sup>3</sup>.

El escurrimiento medio anual en la estación Boca del Cerro, antes de la confluencia con el Río San Pedro, es de 55,606 Mm<sup>3</sup>.

En la zona baja, a la altura del poblado La Libertad, el Usumacinta forma una serie de lagunas y se ramifica, formando el Río Palizada que desemboca en la Laguna de Términos, el Río San Pedro y San Pablo, que desemboca en el Golfo de México y lo que es propiamente el Usumacinta confluye con el Grijalva.

El escurrimiento medio anual a la altura de su desembocadura, esto es, en las inmediaciones de Frontera, es del orden de los 93,000 Mm<sup>3</sup>.

### *2.2.3 Infraestructura hidráulica*

En esta región como otras del estado de Tabasco el distrito de riego correspondiente es de Temporal Tecnificado.

## **2.3 Geología**

### *2.3.1 Provincia fisiográfica*

El área de estudio se encuentra en el límite de dos provincias fisiográficas: La Planicie Costera del Golfo Sur y la subprovincia de las sierras plegadas de la provincia de las Tierras Altas de Chiapas-Guatemala (Raisz, 1964; INEGI, 1984).

### *2.3.2 Geología estructural*

Durante el Terciario se inicia en Tabasco, la sedimentación terrígena marina, la cual es producto del levantamiento de la porción occidental de México y el plegamiento de la Sierra Madre Oriental, en tanto que en la península de Yucatán continuaba el depósito de carbonatos con la emersión paulatina de su parte central. En el subsuelo de la Llanura Costera del Golfo se desarrollaron dos cuencas terciarias (Comalcalco y Macuspana) separadas por un alto, formado por el “Horst de Villahermosa”, como resultado del fallamiento normal de la nariz del anticlinorio de Chiapas. Este anticlinorio está seccionado por falla normal al pie de la sierra, lo que ha ocasionado su hundimiento en la Llanura Costera del Golfo (Morán, 1984).

### *2.3.3 Estratigrafía*

La estratigrafía se describe de las unidades más antiguas a las más recientes:

Formación Ocozocuatla.- Los estratos de esta formación que afloran en toda la parte central del estado de Chiapas, descansan sobre la caliza Sierra Madre y subyacen a las lutitas del Eoceno. Esta unidad tiene un espesor de 600 m y está constituida en la base por areniscas de grano fino arcillosas, de color crema, en capas de 1 m de espesor, sobre estas descansa un conglomerado de 45 metros de espesor. En la parte superior de la formación se observan areniscas, calizas arcillosas y lutitas que presentan un espesor total de unos 170 metros.

Rocas del Eoceno.- Las rocas del Eoceno, se observan a veces sobreyaciendo concordantemente a las lutitas y calizas arcillosas del Cretácico Tardío, mientras que en otros lugares como la depresión Central de Chiapas y en el Anticlinal de Chapopote, al norte de Tuxtla, descansan discordantemente sobre formaciones más antiguas. El Eoceno cuyos afloramientos se encuentran en la porción norte de Chiapas, está

representado por lutitas de color gris, pobremente estratificadas, siendo en algunos lugares masivas presentándose a veces en alternancia con capas de calizas de color café de 2 a 15 cm de espesor.

Oligoceno.- Los estratos del Oligoceno, están compuestos principalmente de lutitas de color gris oscuro, en capas delgadas y por calizas. Se encuentran también niveles de areniscas y conglomerados que pueden tener hasta 500 m de espesor. La potencia total de estos depósitos en la región, es del orden de 4000 m, lo que indica que la cuenca sufrió movimientos epirogénicos para permitir el depósito alternado de materiales arcillosos y de clásticos gruesos. Se diferencian dos unidades, La Lutita Macuspana y la Caliza Macuspana.

Reciente.- Los sedimentos del Reciente, cubren la mayor parte de la superficie del Acuífero, en la llanura costera y corresponden a tres tipos de medio ambiente: palustre, fluvial y lagunar en la proximidad de la costa. Dichos sedimentos están constituidos por arenas, grava fina y arcilla, su coloración varía entre el amarillo y el gris oscuro.

### **3. Hidrología Subterránea**

#### *3.1 Tipo de acuífero*

La mayor parte de la recarga se debe a la infiltración del agua de lluvia en donde afloran las formaciones arenosas. Otra parte de la recarga proviene de la infiltración a lo largo de los cauces del Río Usumacinta y numerosos ríos y arroyos, aunque resulta difícil apreciar su importancia. Por su parte, la descarga tiene una amplia distribución espacial, una parte importante debe ocurrir por descarga a los ríos en la época de estiaje, otra parte se debe a las extracciones. Una parte muy importante ocurre debido a la evapotranspiración, otra parte sigue aguas abajo hasta descargar al Golfo de México. El comportamiento de este acuífero es de un acuífero libre.

#### *3.2 Niveles del Agua Subterránea*

##### *3.2.1 profundidad al nivel estático*

La profundidad del agua, es en general somera, La distribución de profundidades, de lo más profundo a lo más somero, tiende a seguir la dirección del flujo subterráneo.

##### *3.2.2 elevación del nivel estático*

La elevación del nivel estático, tiende a seguir una dirección que es en general de SW-NE, y la dirección es perpendicular a la línea de costa que se encuentra al Norte del área del acuífero.

##### *3.2.3 evolución del nivel estático*

La evolución del nivel estático, es cero o positiva. Este comportamiento es de esperarse dada la alta cantidad de precipitación y a la naturaleza del acuífero, que es un acuífero libre.

### 3.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

De acuerdo con las concentraciones de sólidos totales disueltos encontrados y considerando también las concentraciones iónicas, exceptuando las zonas y horizontes donde se presenta agua salobre, el agua subterránea es de buena calidad y puede ser utilizada para satisfacer demandas de agua potable.

### 3.4 Censo de aprovechamientos e Hidrometría

En la tabla siguiente, se muestra el aprovechamiento por usos del agua subterránea en los municipios del Acuífero de Boca del Cerro.

Uso	Volumen Mm <sup>3</sup> /año	Porcentaje (%)
Público Urbano	1.0	72.20
Agrícola	0.3	21.66
Avícola	0.0	0.0
Doméstico	0.0084	6.13
Recreativo	0.0	0.0
Industria	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>1.384</b>	<b>100%</b>

Tabla 2 Aprovechamiento del agua subterránea

Del total de los 32 aprovechamientos registrados en el área, la mayoría se concentra en los municipios de Balcan y Tenosique.

La extracción total de agua subterránea en la zona es de 1.384 Mm<sup>3</sup>/año, la cual se destina principalmente para abastecimiento de agua potable.

## 4 Balance de aguas subterráneas

### 4.1 Ecuación de Balance

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga) representa el volumen de agua perdido o ganado anualmente por el almacenamiento no renovable del subsuelo.

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

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

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, al cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento en la unidad hidrogeológica} \dots\dots (2)$$

En el caso del acuífero de Boca del Cerro, este se encuentra en equilibrio dinámico, es decir, el volumen que entra es igual al volumen que sale. Por lo que, existe la posibilidad de realizar explotaciones controladas, que llevarían a una nueva condición de equilibrio hidrodinámico.

## **4.2 Recarga**

La recarga del acuífero, proviene principalmente de las infiltraciones de agua de lluvia y al porte de los ríos al acuífero.

### *4.2.1 Recarga natural*

La recarga natural considerada como la suma de la infiltración del agua de lluvia más el flujo subterráneo proveniente de las zonas montañosas de la parte suroeste se ha calculado en  $785 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

### *4.2.2 Recarga Inducida*

El monto total de la recarga inducida se desconoce, por lo tanto, se le ha asignado un valor de  $0 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

## **4.3 Descarga**

Las salidas del sistema acuífero están integradas por las descargas naturales que presenta el sistema; más las descargas artificiales por efecto del bombeo en los pozos y por los niveles freáticos resultantes. Las salidas totales del sistema se han calculado en  $785 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , distribuidos de la siguiente manera.

### *4.3.1 Evapotranspiración*

Como resultado de la descarga del acuífero por efecto de la evapotranspiración se estima una cantidad de  $783.61 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

### *4.3.2 descargas naturales*

Las principales descargas naturales del acuífero consisten en las descargas por flujo base a través de los ríos, en dirección al Golfo de México, sin embargo esto no ha sido cuantificado aún. Sin embargo, si existen y están cuantificadas dentro del volumen que se escapa del acuífero por medio de la evapotranspiración, ya que el equilibrio hidrodinámico está establecido.

### *4.3.3 Extracción de agua subterránea*

Este concepto, se ha calculado en  $1.384 \text{ Mm}^3/\text{año}$ , considera la extracción en pozos de bombeo más el volumen aprovechado en las norias captadas para diferentes usos.

### *4.3.4 flujo subterráneo*

Las descargas por flujo subterráneo, que en este caso van hacia el Golfo de México, consisten en el flujo subterráneo que pasa a través de las rocas del acuífero y los

materiales de relleno hacia el acuífero colindante en el Estado de Campeche y de ahí al Golfo de México.

#### **4.4 Cambio de almacenamiento**

Como se ha comentado anteriormente, acuífero de Boca del Cerro, se encuentra en equilibrio dinámico, debido a que el volumen que entra es igual al volumen que sale, con un cambio de almacenamiento prácticamente nulo.

## **5 Disponibilidad**

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la Metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{r} \text{Disponibilidad media} \\ \text{anual} \\ \text{de agua subterránea en una} \\ \text{unidad hidrogeológica} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Recarga} \\ \text{total} \\ \text{media anual} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Descarga} \\ \text{natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Volumen anual de} \\ \text{agua subterránea} \\ \text{concesionado e} \\ \text{inscrito en el} \\ \text{REPDA} \end{array} \quad (3)$$

### **5.1 Recarga total media anual**

La recarga total media anual (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, que para este caso es de 785 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 ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el caso de la zona en estudio la descarga natural comprometida es de 390 Mm<sup>3</sup>/año.

### **5.3 Volumen concesionado de agua subterránea**

El volumen anual de extracción, 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 2,704,546 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 el 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 que de acuerdo a la expresión (3) resultó ser de 392,295,454 m<sup>3</sup>/año.

$$392,295,454 = 785,000,000 - 390,000,000 - 2,704,546$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 392,295,454 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en el acuífero de Boca del Cerro, Estado de Tabasco.

#### **Bibliografía y Referencias**

Estudio de gran Visión de la Región Grijalva-Usumacinta, Tabasco y Chiapas, realizado por ICATEC, S.A., para la Dirección de Estudios de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en 1976.

Raisz, Landforms of México, Mapa con texto explicativo, Cambridge Mass, Segunda Edición, 1964.

Morán, D. Geología de la República Mexicana, INEGI-Facultad de Ingeniería UNAM, 1984.