



**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA**  
**GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE  
AGUA EN EL ACUÍFERO VICTORIA-GÜEMEZ (2807), ESTADO DE  
TAMAULIPAS**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

## Contenido

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>2</b>
	Antecedentes.....	2
1.1	Localización.....	2
1.2	Situación administrativa del acuífero.....	4
<b>2</b>	<b>FISIOGRAFÍA</b> .....	<b>5</b>
2.1	Provincia fisiográfica.....	5
2.2	Clima.....	5
2.3	Hidrografía.....	6
<b>3</b>	<b>GEOLOGÍA</b> .....	<b>7</b>
3.1	Estratigrafía.....	7
3.2	Geofísica.....	12
<b>4</b>	<b>HIDROGEOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
4.1	Tipo de acuífero.....	13
4.2	Piezometría.....	13
4.3	Comportamiento hidráulico.....	13
4.3.1	Evolución.....	14
4.4	Pruebas de bombeo.....	14
4.5	Hidrogeoquímica y calidad del agua.....	15
<b>5</b>	<b>CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b> .....	<b>16</b>
6.1	Salidas.....	17
6.1.1	Descargas a corrientes superficiales (Dcs).....	17
6.1.2	Descarga por manantiales (Dm).....	18
6.1.3	Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh).....	18
6.1.4	Evapotranspiración (ETR).....	19
6.1.5	Bombeo (B).....	20
6.2	Cambio de almacenamiento ( $\Delta VS$ ).....	20
<b>7</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b> .....	<b>21</b>
7.1	Recarga total media anual (R).....	22
7.2	Descarga natural comprometida (DNC).....	22
7.3	Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	22
7.4	Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	23
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>24</b>

## **1 GENERALIDADES**

### **Antecedentes**

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.

Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

### **1.1 Localización**

El acuífero Victoria-Güemez, definido con la clave 2807 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la parte centro occidente del estado de Tamaulipas, cubriendo una superficie de 1,947 km<sup>2</sup> (figura 1). Físicamente sus límites quedan establecidos al oriente con la presa Vicente Guerrero; el límite norte se establece con la barrera impermeable de rocas arcillosas de la Formación Méndez, la cual es casi paralela al arroyo Guayabas y Corona con una separación aproximada de 3 km.

Al occidente la Sierra Madre Oriental y al sur queda representado su límite también por las rocas arcillosas de la Formación Méndez, las que se manifiestan burdamente paralelas al río San Marcos hasta la presa Vicente Guerrero. Donde para delimitar esta unidad se aplico el criterio hidrográfico y geológico.

Las vías de comunicación más importantes en la zona son la carretera federal N° 85 Ciudad Victoria - Monterrey y la carretera federal N° 101 que comunica a Ciudad Victoria con la Ciudad de Matamoros, Tam., Pasando por Güemez, existiendo numerosos caminos transitables durante todo el año. Otra vía importante lo constituye el F.F.C.C. Tampico - Monterrey, que pasa en el extremo occidental de la zona de estudio junto a estación Carboneros.

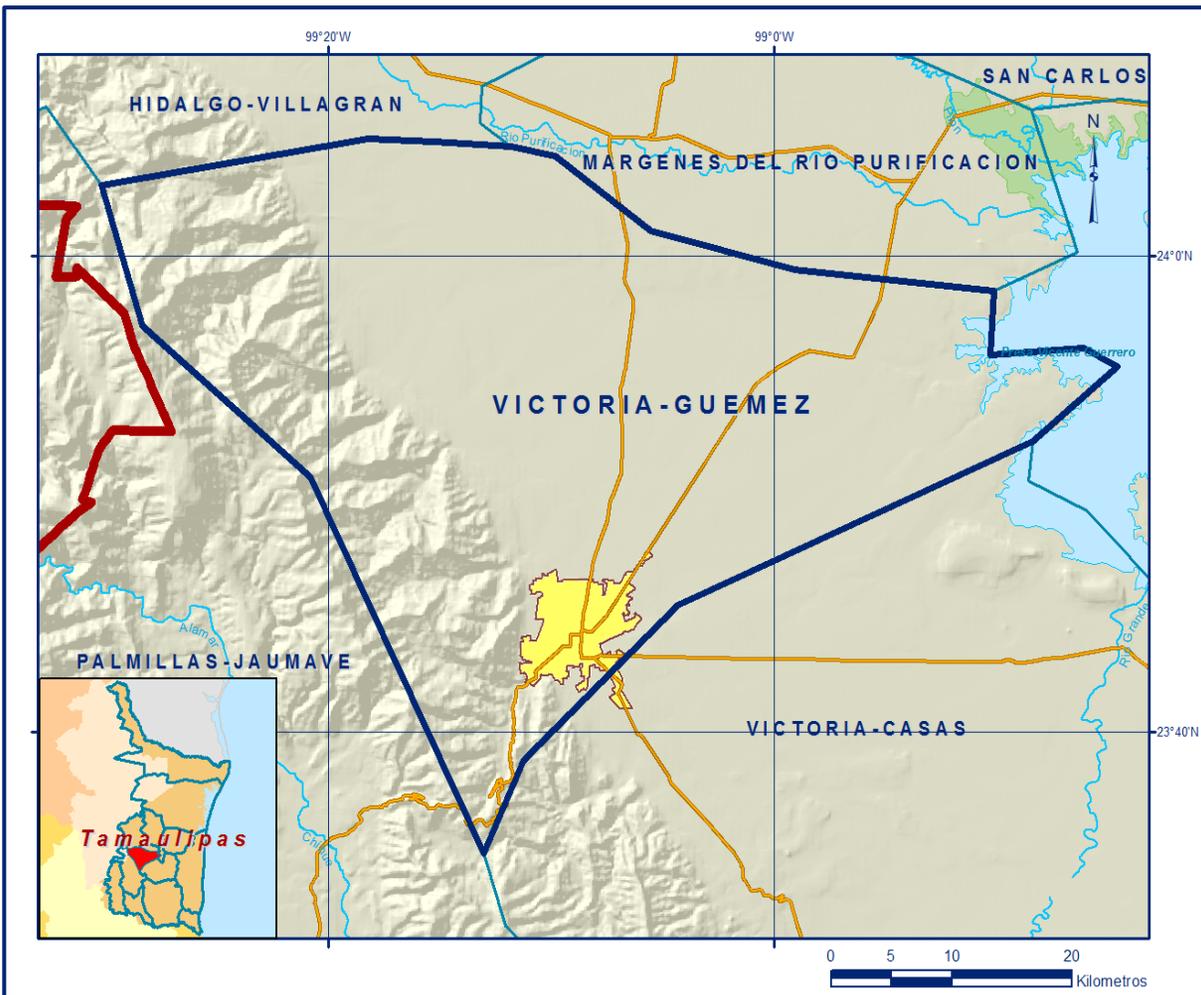


Figura 1. Localización del acuífero

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	99	11	48.7	24	4	36.1
2	99	9	49.0	24	4	10.9
3	99	5	31.5	24	1	2.4
4	98	59	5.9	23	59	24.5
5	98	50	7.7	23	58	32.8
6	98	50	17.5	23	55	50.3
7	98	46	4.9	23	56	7.7
8	98	44	34.5	23	55	19.9
9	98	48	22.0	23	52	12.0
10	99	4	17.7	23	45	20.8
11	99	11	15.6	23	38	49.1
12	99	13	0.9	23	34	53.5
13	99	20	49.5	23	50	42.4
14	99	28	20.6	23	57	3.4
15	99	30	12.4	24	2	58.5
16	99	18	13.5	24	4	56.5
17	99	15	16.3	24	4	47.8
1	99	11	48.7	24	4	36.1

El acuífero Victoria-Güemez ocupa los municipios Güemez (016), parte del Victoria (041) y una porción del Hidalgo (013). Dentro de las principales poblaciones se encuentra Ciudad Victoria capital del estado de Tamaulipas, Güemez, Santa Engracia, Graciano Sánchez, Luz del Campesino, San Cayetano y Tierra Nueva. Las poblaciones más importantes por sus actividades económicas son Ciudad Victoria, Güemez y Santa Engracia, donde el crecimiento acelerado de la población, el aumento de servicios y la agricultura han provocado una competencia en el uso del agua subterránea, lo que ha incrementado la extracción de este recurso.

## 1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero Victoria-Güemez pertenece al Organismo de Cuenca IX "Golfo Norte". De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. Actualmente se tiene veda de control para el aprovechamiento de agua del subsuelo desde el año de 1963, mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación de fecha 01 de diciembre de 1963, que señala que por causa de interés público y para protección de los mantos acuíferos se establece veda por tiempo indefinido, dentro de los municipios de Mainero, Villagran, San Carlos, Padilla, Hidalgo, Güemez y parte de los municipios de Victoria, Jaumave y Llera.

Actualmente no existen antecedentes de alguna publicación en el diario oficial de la federación de decretos de reserva o reglamento, existiendo únicamente a nivel de propuesta ya que en esta zona se tienen los pozos de abastecimiento público para Ciudad Victoria, Tam. A la fecha no existe organización alguna por parte de los usuarios para regular la extracción de aguas subterráneas.

## **2 FISIOGRAFÍA**

### **2.1 Provincia fisiográfica**

El área de estudio queda comprendida en la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo de México, en la subprovincia de llanuras y lomeríos, pero que de forma particular queda situada en la subprovincia de la cuenca del río Corona (Ing. Manuel Alvarez). Esta llanura se caracteriza por tener una superficie suavemente ondulada con pendiente general hacia el oriente. La unidad hidrogeológica se localiza al oriente del conjunto montañoso que constituye la Sierra Madre Oriental, formada por rocas sedimentarias marinas, plegadas durante la orogenia Laramide, dando lugar a una serie de estructuras anticlinales y sinclinales

Actualmente muy erosionados, observándose características geomorfológicas bien definidas, donde el frente montañoso considerado como zona de recarga contrasta con la morfología desarrollada en el sinclinal del valle de Ciudad Victoria, mismo que presenta una topografía ondulada interrumpida por bruscos desarrollos fluviales; las formaciones dentro del valle en cuestión son de menor resistencia a la erosión, por lo que estos ríos tuvieron posibilidades de divagar formando el valle de Ciudad Victoria.

### **2.2 Clima**

El conocimiento detallado de las características climatológicas de una región permite conocer las condiciones hídricas que en ella se desarrollan a través del análisis cuidadoso de la precipitación, la temperatura y la evapotranspiración, factores de gran importancia para el estudio del agua subterránea y su relación con las demás componentes del ciclo hidrológico.

En el análisis climatológico se consideraron las estaciones que contaron con un mayor periodo de registros en la zona de estudio, así como de sus alrededores con el fin de obtener resultados representativos. Uno de los factores de mayor importancia para el análisis climatológico es el de la precipitación el que guarda estrecha relación con los procesos geohidrológicos que se desarrollan en el acuífero de la zona.

La precipitación media en el área de estudio se estimó aplicando el método de la media aritmética tomando un periodo común de 26 años (1970-1995) obteniendo un valor medio anual de 824.8 mm, Con lluvias en verano, debido a la influencia de ciclones que azotan en el noreste del Golfo de México; las precipitaciones mínimas varían de cero hasta 50 mm. Y suceden generalmente en los meses de enero y diciembre de cada año. Los vientos dominantes son los que provienen del norte y sureste. Estos últimos llamados Huastecos por su procedencia.

El clima imperante en la región es cálido seco (Cw), con temperaturas extremas variando desde los 3° C hasta los 42° C sobre cero, según las estaciones del año, con una temperatura media anual de 23.7° C, en el periodo 1970-1995, y la lámina de evaporación potencial media anual para este mismo periodo es de 1,560 mm.

### **2.3 Hidrografía**

El acuífero queda comprendido en la región hidrológica N° 25 San Fernando - Soto la Marina, subregión hidrológica N° 25 B río Soto La Marina, cuenca alto Soto la Marina y subcuenca del río Corona. Las principales corrientes que cruzan a la unidad hidrogeológica son los ríos Corona, Caballeros, San Felipe y San Marcos. Estos tres últimos afluentes del primero. Río Corona.- Cuenta con 5,605 km<sup>2</sup> de área de cuenca, siendo el más importante de los afluentes del Soto la Marina.

Su hidrografía es complicada ya que la cuenca queda confinada entre dos grandes cadenas montañosas: por el occidente la Sierra Madre Oriental que la separa de la cuenca del río Guayalejo; por el oriente la sierra de Tamaulipas, que la limita de otros afluentes derechos del Soto la Marina y también de las cuencas de los ríos de Las Escobas y San Rafael y hacia el sur por una cadena montañosa de menor importancia donde se encuentran los cerros Picacho, del Tigre, Bernal Mocho y Zacate Colorado que lo separa de la cuenca izquierda del río Guayalejo.

Río Caballeros.- Nace al oeste del cerro del diente en una elevación de 1,250 msnm; el colector principal, que tiene una dirección general noreste y una longitud de 53 km. Pasa por el poblado de Güemez, donde se le une el río San Felipe por su margen izquierda.

Río San Felipe.- Nace al oeste del cerro Peñón del Novillo en una elevación próxima a los 1,600 msnm y con una dirección general noreste, llega a Güemez y en esa población se une al Caballeros como afluente derecho, ya juntos continúan con la misma dirección hasta confluir al río Corona 2 km. Aguas arriba del poblado Corona;

tiene una longitud de 44 km y una área de cuenca de 498 km<sup>2</sup> hasta su confluencia con el río Caballeros.

Río San Marcos.- Nace en el cerro la Cuchilla del Burro a 1,750 msnm, tiene una dirección general noreste con un desarrollo de 60 km. Y un área de cuenca de 400 km<sup>2</sup>; pasa por Ciudad Victoria y entra al río Corona como afluente derecho de este.

### **3 GEOLOGÍA**

#### **3.1 Estratigrafía**

El área de estudio se localiza en las inmediaciones del conjunto montañoso que constituye la Sierra Madre Oriental formada por rocas sedimentarias marinas del Cretácico, estando emplazada prácticamente en el valle que estructuralmente corresponde a la prolongación del sinclinorio de Magiscatzin, cubierto en parte por conglomerado de espesor variable denominado Reynosa (Tcg), la distribución de este da lugar a características geomorfológicas bien definidas en la estructura sinclinal principal formando copetes o pequeñas meetas de poca elevación que cubren a las lutitas de la formación Méndez.

A través del depósito conglomerático se desarrollo un intenso proceso fluvial que formo los cauces anteriormente mencionados, por lo que es común observar depósitos retrabajados a lo largo de la zona de influencia de los ríos principales.

Las unidades hidrogeológicas que se observan en el área del acuífero corresponde a depósitos sedimentarios de diferentes edades y que han sufrido diferentes procesos diagenéticos para formar las rocas actuales, además de materiales clásticos recientes producto de la erosión e intemperismo de las primeras.

A continuación, se mencionan estas unidades con sus propiedades hidrogeológicas incluyendo a rocas sedimentarias de edad cretácica de composición calcárea y arcillo-calcárea, de la parte inferior y media del Cretácico, con depósitos cada vez más arcillosos del Cretácico Superior.

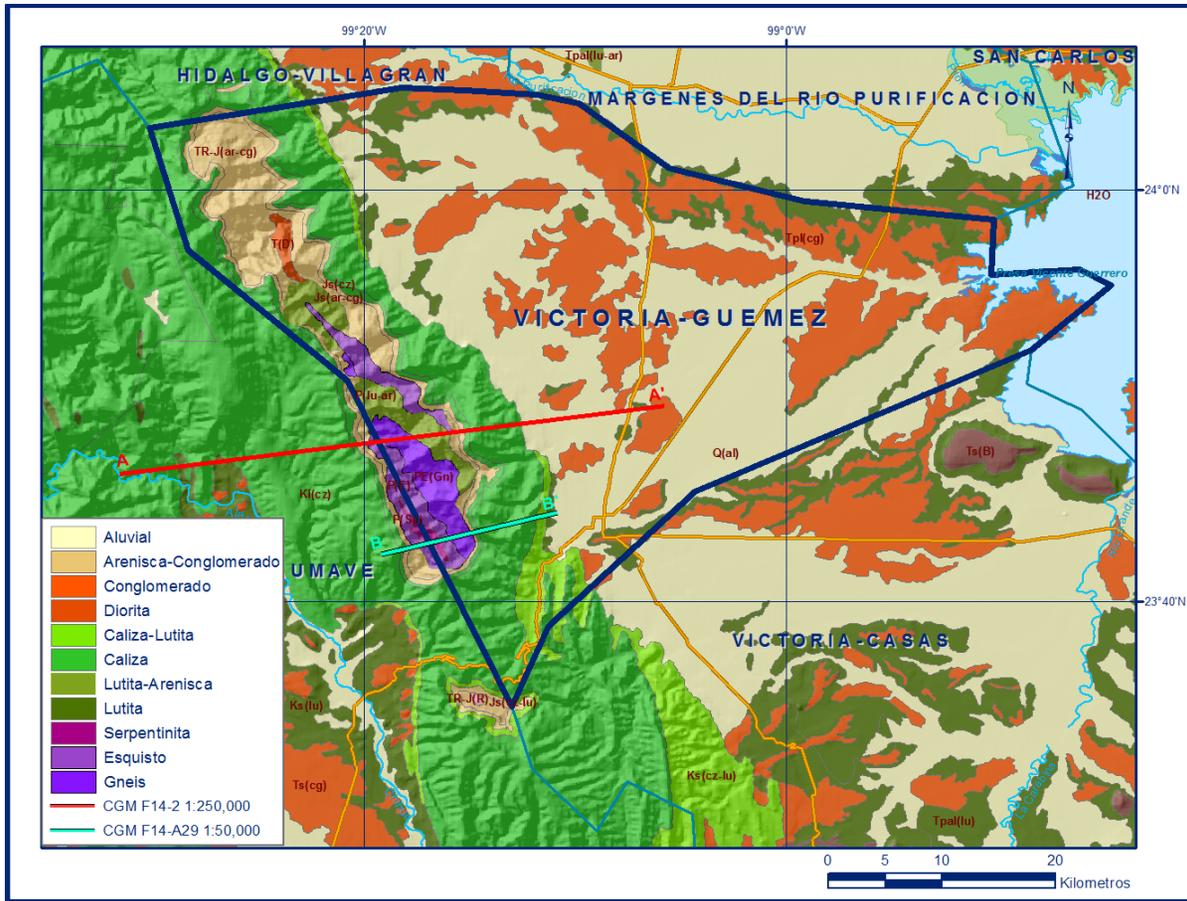


Figura 2. Geología general del acuífero

### Formación Tamaulipas Inferior Kti

La zona esta constituida por potentes bancos de calizas compactas de grano fino, color crema grisáceo y crema amarillento, en capas medianas y gruesas, con estitolitas bien desarrolladas y paralela a los planos de estratificación así como nódulos irregulares y de forma esferoidal de color castaño obscuro y claro. Están también distribuidos irregularmente, algunos cuerpos de calizas clásticas que se encuentran sobreyaciendo a la formación Taraises y subyaciendo al horizonte Otates en forma concordante, se relaciona con la formación cupido y ha sido asignada al Barremiano - Hauteriviano.

### Horizonte Otates Ko

En la porción frontal de la Sierra Madre Oriental, la unidad calcáreo - arcillosa de pobre espesor que se encuentra separando a las formaciones Tamaulipas superior e inferior se le ha denominado horizonte Otates, correlacionable con la formación La Peña, tiene 15.0 m de potencia y esta constituida por calizas de color negro que intemperizan en gris amarillento, con estratos ondulantes de 10.0 a 20.0 cm.

Alterna con lutitas laminadas de color gris oscuro y negro, conteniendo algunas concreciones calcáreas, lentes de pedernal negro y nódulos de hematita.

### **Formación Tamaulipas superior Kts**

Esta formación ha sido dividida en el área en miembros superior e inferior, los cuales se describen a continuación:

El miembro inferior se encuentra representado por calizas criptocristalinas de color gris crema y gris oscuro a negro en capas de espesor medio a grueso.

El miembro superior se encuentra integrado por calizas criptocristalinas de color gris, gris acero y negro, bandeadas en capas de espesor medio que alternan con estratos de espesor delgado y medio de margas laminares de color gris oscuro, contiene abundantes lentes y bandas delgadas de pedernal negro y hacia su cima algunas capas de bentonita de color blanco y amarillo, presenta una pseudoestratificación típica de esta formación.

Tanto la estratificación ondulante como el contenido de pedernal negro en forma de bandas, son rasgos distintivos de esta unidad, estas rocas fueron depositadas en mares poco profundos, evidenciados por algunos horizontes con cierto contenido de arena y arcilla.

Dichos clásticos fueron acompañados por la precipitación silíceas, las cuales dieron origen a la gran cantidad de bandas de pedernal negro, se ha asignado esta formación al Cenomaniano, correlacionándose con la formación Cuesta del Cura.

### **Formación agua nueva kan**

Esta constituida por calizas arcillosas de estratificación mediana a gruesa con estructura laminar de color gris oscuro y negro que alternan con lutitas y margas laminadas de color café a gris oscuro, a veces bituminosas y carbonosas.

Es común encontrar hacia la base de esta formación capas de bentonita de color verde, que sirven como horizonte índice para marcar el contacto inferior de esta formación.

Sobreyace en concordancia al miembro superior del Tamaulipas y subyace a la formación San Felipe. Se le ha asignado una edad Turoniano y se correlaciona con la formación Indidura.

### **Formación San Felipe (Ksf)**

Esta constituida por una alternancia de calizas y lutitas grises que llegan a presentar calizas arcillosas y marga gris y verde. También es común encontrar intercalaciones de bentonita alternando con la secuencia antes mencionada. Los estratos tiene espesores por lo general entre 20 y 40 cm, Subyace a la formación Méndez cuyo contacto es transicional y sobreyace a la formación agua nueva en forma concordante y también transicional, se le ha asignado una edad Santoniano y se correlaciona con la formación parras y la parte superior de la formación Indidura.

### **Formación Méndez (Km)**

De las rocas sedimentarias anteriores son de interés particular las del Cretácico Superior que correspondiente a la formación Méndez, ya que es una unidad constituida por una secuencia de lutitas laminares cuya composición varia de lutita calcárea con contenido arenoso, en estratos moderadamente fracturados y en algunos casos rellenos de calcita, con trazas de hierro y concreciones calcáreas. Esta secuencia se encuentra expuesta ampliamente en la zona o a profundidades que van de 2 a 20 m.

Es la roca que forma el basamento en el valle estudiado y guarda una estrecha relación con el comportamiento del agua subterránea. Las lutitas tienen nulas propiedades de permeabilidad primaria, pero adquirieron permeabilidad secundaria por el fracturamiento que les provoco la etapa de plegamiento y erosión. De acuerdo con el grado de erosión y fracturamiento pueden adquirir diferentes grados de permeabilidad en forma lateral y a profundidad.

### **Conglomerado Reynosa (Tcg)**

Descansando sobre las lutitas de la formación Méndez y en contacto discordante (erosional y estructural), se encuentra el conglomerado Reynosa, constituido por una secuencia de depósitos conglomeráticos constituidos por diferentes clastos de caliza, pedernal, areniscas y ocasionalmente por rocas ígneas, estos clastos están subredondeados en tamaños que varían de gravas a bloques incluidos en una matriz arcillo-arenosa, en algunos cortes se observan lentes arenosos, localmente se observa cementante calcáreo en la parte cercana a la superficie de erosión como depósitos de caliche, los espesores varían entre 2.0 y 20.0 m, sobreyacen discordantemente a la formación Méndez, evidenciando un deposito muy irregular, participando directamente del aspecto topográfico, formando mesetas de poca elevación. Durante los procesos de erosión se destruye la matriz fácilmente y los constituyentes pasan a formar parte de los depósitos aluviales.

### **Aluvión (Qal)**

Esta constituido por arcillas, limos arenas y gravas producto de la descomposición de las rocas preexistentes debido a los efectos de la erosión eólica y pluvial, acumulándose en partes topográficamente bajas. Estos sedimentos se localizan formando abanicos aluviales, rellenando lechos de cauces abandonados y en las márgenes de los ríos, sobreyaciendo en contacto discordante con la formación Méndez.

Las unidades de roca en la zona de estudio presentan diferentes características en cuanto a su carácter hidrogeológico o sea respecto a su capacidad para permitir la infiltración, circulación y almacenamiento de agua. Tomando en cuenta lo anterior, las rocas existentes fueron agrupadas en permeables, poco permeables e impermeable.

### **Rocas permeables**

Los depósitos aluviales están constituidos por clásticos de granulometría variada producto de la degradación, transporte y deposito de partículas de rocas preexistentes; se incluye en este rango a la secuencia de los depósitos fluviales los que se localizan a lo largo de las zonas de influencia de los ríos constituidos litológicamente por gravas y arenas, donde se llegan a formar acuíferos de buen potencial, así como a las calizas de la formación Tamaulipas las cuales constituyen gran parte del frente montañoso.

Estas rocas por su carácter arrecifal presentan una porosidad primaria que a permitido la formación de sumideros y conductos de disolución a través de los cuales el agua de lluvia se infiltra y circula hacia las partes topográficamente más bajas, actuando como zona de recarga.

### **Rocas poco permeables**

Dentro de las rocas poco permeables, se incluyo a los depósitos conglomeráticos constituidos por materiales granulares empacados en una matriz arcillo-arenosa, la que durante los procesos de erosión la matriz se destruye fácilmente y los constituyentes pasan a formar parte de los depósitos aluviales. De acuerdo a su posición estructural y grado de alteración varían sus propiedades de impermeables a semipermeables.

Su capacidad para permitir la formación de acuíferos es de baja a media, incluyéndose en este grupo a las formaciones San Felipe, Agua Nueva y Méndez, las que no presentan permeabilidad primaria que permita la circulación del agua subterránea a través de ella, pero en algunos casos adquieren permeabilidad secundaria por fracturamiento que les provoca la etapa de plegamiento y erosión, donde pueden adquirir diferente grado de permeabilidad en forma lateral y a profundidad, ocasionalmente en forma local se encuentran fracturadas permitiendo la formación de acuitardos.

### **Rocas impermeables**

Dentro del grupo de rocas impermeables, se incluyo a la formaciones Otates y Méndez constituida por lutitas y margas, lo cual en general hace que correspondan a rocas arcillosas que se comportan como impermeables al flujo del agua subterránea.

### **3.2 Geofísica**

Dentro de la unidad hidrogeológica se han realizado actividades de exploración geofísica consistente en la ejecución de sondeos eléctricos verticales tipo Schlumberger, distribuidos a lo largo y ancho del valle, trabajos realizados por varias empresas, entre ellas Ingenieros Civiles y Geólogos asociados que realizaron el estudio de prospección y levantamiento geológico y geofísico en el año de 1979, resumiendo en cuanto a sondeos eléctricos, lo siguiente:

Con base en los resultados obtenidos en las 14 secciones geofísicas estudiadas, se puede establecer que el primer cuerpo interpretado en estas secciones se caracteriza por presentar resistividades medias, manteniendo espesores muy irregulares en la zona de estudio. En algunas áreas, este cuerpo se encuentra formando el acuífero principal, como lo es en la porción norte de la zona de estudio.

En cuanto al segundo cuerpo interpretado, este podría representar a las lutitas con ciertas características de alteración. Sobre las secciones de la porción norte, este cuerpo se manifiesta con espesores medios. En cuanto a las características de permeabilidad, estas se encuentran en función de su grado de alteración y fracturamiento, presentando permeabilidad media en algunas áreas en forma local, pero en general tiende a una permeabilidad baja. Con respecto al tercer grupo identificado, se puede decir que este forma en términos generales las porciones de las lutitas con características nulas de permeabilidad.

## **4 HIDROGEOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de acuífero**

Tomando en cuenta la capacidad de almacenar y transmitir el agua subterránea, las unidades se clasifican en:

- Acuífero: Cuando la unidad es capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea que pueda ser extraída para la explotación de los diferentes usos.
- Acuicludo: Cuando la unidad transmite el agua que almacena muy lentamente.
- Acuifugo: Cuando no tiene capacidad de almacenar ni transmitir agua.

Conforme a lo anterior las formaciones geológicas localizadas en el valle, se clasificaron en cuanto a su capacidad hidrogeológica como sigue:

El acuífero lo constituyen los depósitos fluviales y aluviales; el acuitardo el conglomerado y las lutitas con alto grado de fracturamiento, y el acuifugo lo forman las lutitas sanas.

De acuerdo a las características hidrogeológicas el acuífero principal del área de estudio se aloja en materiales de relleno aluvial, constituido por gravas y arenas con cantidades menores de limos y arcillas, a una profundidad máxima de 35 m, sobreyaciendo al basamento de las rocas arcillosas de la formación Méndez, razón por la que se clasifica como un acuífero de tipo libre.

### **4.2 Piezometría**

Con el propósito de conocer la posición y la evolución que presentan los niveles del agua subterránea a partir del año de 1987 a la fecha se han realizado dos recorridos de medición de niveles; la primera se efectúa en los meses de febrero-marzo y la segunda en los meses de noviembre - diciembre.

### **4.3 Comportamiento hidráulico**

De acuerdo a observaciones realizadas en 96 pozos piloto distribuidos en el acuífero y referenciados a la elevación media del mar, se han elaborado los planos de profundidad, elevación y evolución del nivel freático del acuífero.

### **4.3.1 Evolución**

Conforme al plano de profundidades del nivel freático de noviembre de 1999, se ha determinado que el nivel del agua en el acuífero varía de 6 a 14 m de profundidad. Con base al plano de elevación de noviembre de 1999, las elevaciones máximas del nivel freático se presentan hacia el occidente de la zona en la parte alta topográficamente, en donde se define la equipotencial de 290 msnm y la elevación mínima a la altura del poblado de Güemez, ubicado en la porción baja del valle, en donde se observa la curva de 155 msnm, definiéndose que el flujo regional guarda una dirección preferentemente hacia el noreste, siguiendo la dirección de los cauces superficiales.

Con respecto a la evolución del nivel freático para el periodo jul-87-nov.99, se han presentado recuperaciones en la zona de influencia del río San Marcos que varían de + 1.0 a + 3.0; en Mariposas y Maguiras de + 1.0 a + 2.0; Alto de Caballeros - Laborcitas de + 2.0 a +3.0; Tierra Nueva - Nacaguitas de + 0.5; San Juanito – El Recodo de + 0.5 a + 1.0 ; Luz del Campesino de + 0.3 a + 0.5. Los descensos se presentan hacia el área del ejido Flores Magón variando de -1.0 a - 0.6; Rancho Nuevo de - 3.0 a -1.0; Ojo de Agua - desfibradora Gómez- Tampiquito de - 2.5 a - 0.8; Güemez de - 1.5 a - 1.0; San Cayetano – Pronase - La Providencia de - 1.5 a - 0.5; San José de Sotomayor - sección Martínez de - 3.0 a -1.0; de Santa Engracia hasta la confluencia del arroyo guayabas con el río Corona de - 1.5 a - 0.5 y el Progreso- Sta. Josefa de - 1.5 a - 1.0.

### **4.4 Pruebas de bombeo**

La cuantificación de los volúmenes aprovechables de aguas subterráneas en una zona, requiere el conocimiento de sus propiedades hidrodinámicas, representadas por el coeficiente de transmisividad y de almacenamiento, el primero es representativo de la facilidad que tiene el acuífero para transmitir el agua y el segundo de su capacidad para almacenarla.

Las determinaciones respectivas se efectúan mediante la ejecución de pruebas de bombeo a caudal constante, las que se analizan e interpretan mediante las leyes que gobiernan el flujo del agua a través de un medio poroso, homogéneo e isótropo.

Tomando los datos del informe de la cuantificación de los recursos hídricos del valle de Cd. Victoria, realizado por Geoexploraciones y Construcciones S.A. en 1980, donde se efectuaron tres pruebas de bombeo de corta duración de dos a cuatro horas tanto en la etapa de bombeo como en la de recuperación.

Los niveles se observaron en el propio pozo de bombeo y no se dispuso de pozo de observación.

La etapa de abatimiento y recuperación se ajustaron a una recta, por lo que su interpretación se efectuó con el método de la solución de Theis a la ecuación general del movimiento del agua en un medio poroso, propuesto por C.E.Jacob, el que aplicado a observaciones en el propio pozo de bombeo para determinar el valor de la transmisividad tiene la expresión siguiente:

$$T = 0.183 * Q / S$$

Donde:

**T** = transmisividad

**Q** = caudal de la prueba de bombeo

**S** = pendiente de la recta de ajuste en m/ciclo

Obteniéndose los resultados siguientes (tabla 2), donde se incluye el caudal de prueba, nivel estático, dinámico y el caudal específico.

Tabla 2. Resultados para la obtención del valor de transmisividad

Pozo	Prof.	Caudal	N.E.	N.D.	Qesp.	Transmisividad	Fecha
108	35	18	9.24	16.26	2.56	7.84	17-12-80
113	40	18	8.84	17.74	2.02	1.12	19-12-80
S.n.	25	7	8.70	10.48	3.93	2.00	18-12-80

El coeficiente de almacenamiento no se logro determinar, por lo que se adoptara el valor de  $8 \times 10^{-2}$ .

Muy similar al adoptado en el acuífero márgenes del río Purificación, en el cual si se logro tener pozos de observación, así mismo estos acuíferos son muy similares en cuanto a sus condiciones hidrogeológicas, de explotación y ubicación, ya que están en el mismo valle.

#### 4.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua

Respecto a la calidad del agua, el último monitoreo con que se realizo fue en 54 obras subterráneas el 19 de septiembre de 1995, donde los sólidos totales disueltos variaron de 348 a 2,416 ppm, predominando valores menores de 1,000 ppm.

## 5 CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

Haciendo una comparación con el último censo de los aprovechamientos subterráneos que se tenían en el acuífero Victoria-Güemez de 1987 a la fecha, este ha aumentado en 63.5 % (749 - 1127), siendo el uso agrícola el que más se ha incrementado en 59 %, (216 - 344). Con respecto al REPDA tiene registrados 1,930 aprovechamientos, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Registros de aprovechamientos con respecto a REPDA

Uso	Censo 1987	Censo 1998	REPDA 1999
	No. Aprov.	No. Aprov.	No. Aprov.
Agua potable	92	52	116
Domestico	216	244	840
Pecuario	90	228	234
Domestico pecuario	23	16	0
Agrícola	216	344	655
Servicios	0	30	42
Industrial	10	11	9
Múltiple	1890	0	34
No identificado	189	212	0
<b>Total</b>	<b>749</b>	<b>1127</b>	<b>1930</b>

## 6 BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

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 por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido.

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

$$\text{Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de masa}$$

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 por el cambio de almacenamiento en el acuífero:

$$\text{Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento}$$

De la cual se dejó como incógnita la Recarga total (R), por lo que se calcularon los otros dos elementos de la ecuación.

Debido a que se tiene información para calcular el cambio de almacenamiento ( $\Delta V$ ) así como las salidas, el valor de Recarga total (R) será despejado de la ecuación de balance:

$$\text{Recarga total} = \text{Descarga total} \pm \text{Cambio de almacenamiento}$$

$$R = D_{cs} + D_m + S_h + ETR + B \pm \Delta V(S)$$

Donde:

**B:** Bombeo

**S<sub>h</sub>:** Salidas por flujo subterráneo horizontal

**ETR:** Evapotranspiración

**D<sub>cs</sub>:** Descargas a corrientes superficiales

**D<sub>m</sub>:** Descarga de manantiales

**$\Delta V(S)$ :** Cambio de almacenamiento

## 6.1 Salidas

Corresponde a los volúmenes de agua subterránea que salen del acuífero, ya sean naturales o artificiales, en un intervalo de tiempo específico, y se calculará como la suma de los valores descargados en forma natural y de los extraídos de la misma por medio de captaciones, durante el mismo intervalo.

### 6.1.1 Descargas a corrientes superficiales (D<sub>cs</sub>)

Constituye el volumen de agua que integra el gasto base de una corriente. Basados en el plano de elevaciones se determinaron seis salidas hacia los ríos, que drenan el valle, localizadas a la altura de las siguientes comunidades. Sobre el río Corona a la altura de los ejidos la Presita, Progreso, Santa Josefa; en el río Caballeros en el ejido El Recodo; arroyo la Presa en el rancho el Ecuaniil; en el río San Marcos a la altura de las desfibradoras Periquitos, las cuales se determinaron por la expresión de Darcy:

$$Q = B * i * T$$

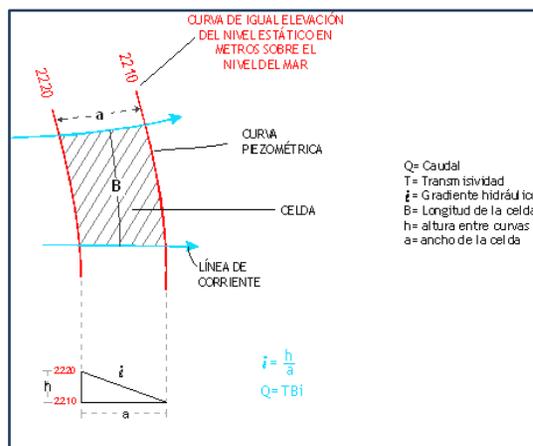
Donde:

**Q=** Gasto;

**T=** Transmisividad;

**B=** Longitud de la celda;

**i=** Gradiente hidráulico;



Para la selección el coeficiente de permeabilidad, y por no ser representativas las pruebas de bombeo, ya que no se contó con pozos de observación, fue necesario considerar el coeficiente de permeabilidad o coeficiente de conductividad hidráulica que nos indica el libro v, Secc. 3. 2 "pruebas de bombeo", del manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, editado por la Comisión Nacional del Agua en octubre de 1994 y que de acuerdo a los materiales que constituyen el material saturado (arena con grava), se le asignó un valor de  $5.787 \times 10^{-4}$  m/s.

Tomando como base los cortes litológicos de algunos pozos ubicados en las celdas de descarga se estimó el espesor del acuífero en 13.0 m. Por lo que:

$$T = kb = 0.0005789 \times 13 = 7.526 \times 10^{-3}$$

Indicándose los resultados en la tabla 4.

Tabla 4. Descarga a corrientes superficiales

Celda	H1	H2	Dh	DI	I	B	T	Q
	M	M	M	M		M	M <sup>2</sup> /s	M <sup>3</sup> /s.
1	200	190	10	1500	0.0066	1500	$7.53 \times 10^{-3}$	$7.45 \times 10^2$
2	175	170	5	750	0.066	1500	$7.53 \times 10^{-3}$	$7.45 \times 10^2$
3	160	155	5	850	0.0058	1250	$7.53 \times 10^{-3}$	$5.45 \times 10^2$
4	175	170	5	1250	0.004	1200	$7.53 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^2$
5	175	170	5	1100	0.0045	1400	$7.53 \times 10^{-3}$	$4.74 \times 10^2$
6	240	230	10	1500	0.0066	1200	$7.53 \times 10^{-3}$	$5.96 \times 10^2$
							<b>Total</b>	<b>10.9 Mm<sup>3</sup>/año</b>

### 6.1.2 Descarga por manantiales (Dm)

Es el volumen de agua que brota a la superficie del terreno proveniente del acuífero, y dentro de esta zona geohidrológica no existen manantiales, por lo que no se consideran.

### 6.1.3 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)

Son los volúmenes de agua que en forma subterránea circulan hacia zonas continuas o bien descarga hacia el mar; por lo que basado en las curvas piezométricas de elevación y líneas de flujo, así como a las condiciones geológicas, se determinaron tres salidas subterráneas del acuífero, sobre el río corona 5 km aproximadamente aguas abajo del poblado Miraflores, en el río Caballeros a la altura de la cabecera municipal de Güemez y sobre el río San Marcos a la altura del ejido Flores Magón.

Para estimar el volumen de salida se procedió aplicando el procedimiento empleado para determinar las descargas a corrientes (Dc); con la diferencia de que el espesor (b) del acuífero a la salida es de aproximadamente 7 m. Por lo tanto, el valor de coeficiente de transmisividad será:

$$T = k b$$

$$K = 5.787 \times 10^{-4} \text{ m/s}; \quad b = 7 \text{ m}$$

$$T = 4.05 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

Aplicando el mismo criterio para determinar las descargas a corrientes superficiales se tiene el resultado indicado en la tabla 5.

Tabla 5. Cálculo de las salidas por flujo subterráneo horizontal

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h <sub>2</sub> -h <sub>1</sub> (m)	Gradient e i	T (m <sup>2</sup> /s)	CAUDAL Q (m <sup>3</sup> /s)	VOLUME N (hm <sup>3</sup> /año)
S1	750	1000	3	0.00300	0.0041	0.0091	0.3
S2	1500	2000	5	0.00250	0.0041	0.0152	0.5
S3	1000	3000	5	0.00167	0.0041	0.0068	0.2
<b>TOTAL</b>							<b>1.0</b>

#### 6.1.4 Evapotranspiración (ETR)

Es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, existiendo en acuíferos someros una disminución de los niveles freáticos debido a este proceso.

De acuerdo al plano de profundidades del nivel freático a noviembre de 1999, este varía de 3.0 a 14.0 m, Por lo que, apoyados en la curva de incidencia de evapotranspiración, la cual se construyó en función de la profundidad del nivel freático, en la que se determina que este fenómeno se efectúa hasta la profundidad de los 10.0 m, Se procedió a determinar las áreas de las profundidades del nivel freático, de los 3.0 m. Hasta los 9.0 m.

Así mismo se calculó evapotranspiración potencial media en la zona de la unidad hidrogeológica, utilizando el método de Turc, para ello se determinó la precipitación media y la temperatura media en la zona, contando para ello con los registros de las estaciones climatológicas Victoria, Güemez y Corona, las tres ubicadas dentro del acuífero, todas con un periodo común de 1970 - 1995, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Valores de precipitación y temperatura

Año: 1970-1995	Temp. °c	Precipitación (mm)	I	Evtl ( mm )
Media	23.7	824.8	1560.2	742.6 mm.

Por lo que tenemos:

$$Evtr = (\%) (a) (Evt)$$

Donde:

Evtr: evapotranspiración real

a: área

Evt: evapotranspiración

‰: por ciento de incidencia

Tabla 7. Cálculo de evapotranspiración

RANGOS DE PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	ÁREA (km2)	LÁMINA ETR (m)	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXTINCIÓN DE LA ETR	% ETR	VOLUMEN ETR (hm3/año)
0	3	2.7	0.7426	0	0.55	1.1
0	3.5	5.0	0.7426	0	0.418	1.6
0	4	2.1	0.7426	0	0.3	0.5
0	4.5	4.0	0.7426	0	0.2079	0.6
0	5	20.2	0.7426	0	0.132	2.0
0	6	26.8	0.7426	0	0.054	1.1
0	7	24.1	0.7426	0	0.0216	0.4
0	7.5	12.1	0.7426	0	0.0135	0.1
0	8	72.6	0.7426	0	0.0073	0.4
0	8.5	21.1	0.7426	0	0.0059	0.1
0	9	58.0	0.7426	0	0.0054	0.2
	Total	248.5				8.0000

### 6.1.5 Bombeo (B)

Para efectos de balance se tomará la información de extracción de aguas subterráneas proporcionada por el registro público de derechos de agua en el acuífero Victoria-Güemez, donde se extrae un volumen de **70.1 Mm<sup>3</sup> al año**.

### 6.2 Cambio de almacenamiento (ΔVS)

Es el incremento o decremento de volumen de agua almacenada en la unidad hidrogeológica, y se determina a partir de la evolución de los niveles de agua subterránea correspondientes al mismo intervalo de tiempo y de los valores representativos del coeficiente de almacenamiento del acuífero, multiplicados por el área; está dado por la siguiente fórmula:

$$\Delta VS = S * A * h$$

Donde:

- ΔVS:** Cambio de almacenamiento en el período analizado
- S:** Coeficiente de almacenamiento promedio de la zona de balance
- A:** Área de influencia de curvas de igual evolución del nivel estático (km<sup>2</sup>)
- h:** Valor de la variación piezométrica en el período (m)

Basados en el plano de evolución del nivel freático de julio de 1987 a noviembre de 1999, se determinaron las áreas de la variación de la carga hidráulica para este periodo y tomando el valor de 0.08 para el coeficiente de almacenamiento descrito en el capítulo 4.5 pruebas de bombeo, se calculó la variación del almacenamiento medio anual.

$$\begin{aligned}\Delta VS &= 12.909 / 12 \text{ años} \\ \Delta VS &= + 1.076 \times 10^6 \text{ mm}^3 \\ \Delta VS &= + 1.076 \text{ Mm}^3\end{aligned}$$

### Solución a la ecuación de balance

Una vez calculadas las componentes de la ecuación de balance, se procede a calcular la recarga total:

$$\begin{aligned}R &= Dcs + Dm + Sh + ETR + B \pm \Delta V(S) \\ R &= 10.9 + 0 + 1 + 8 + 70.1 + 1.1 \\ R &= 91.1 \text{ hm}^3 \text{ anuales}\end{aligned}$$

## 7 DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

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

Donde:

- DMA** = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero  
**R** = Recarga total media anual  
**DNC** = Descarga natural comprometida  
**VEAS** = Volumen de extracción de aguas subterráneas

### **7.1 Recarga total media anual (R)**

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **91.1 hm<sup>3</sup>/año**, todos ellos son de recarga natural.

### **7.2 Descarga natural comprometida (DNC)**

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para este caso, su valor es de **11.9 hm<sup>3</sup> anuales**, que corresponde a las salidas subterráneas que presenta el acuífero.

### **7.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)**

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica.

En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **109,328,354 m<sup>3</sup> anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

#### **7.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)**

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= \text{R} - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 91.1 - 11.9 - 109.328354 \\ \text{DMA} &= -30.128354 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de **30,128,354 m<sup>3</sup> anuales**.

## **8 BIBLIOGRAFÍA**

Manual de diseño de agua potable y alcantarillado y saneamiento, pruebas de bombeo libro v. Comisión Nacional del Agua 1994.

Manual para evaluar recursos hidráulicos subterráneos. Comisión Nacional del Agua 1994.