



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO RÍO TURBIO (1114), ESTADO DE
GUANAJUATO**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1.GENERALIDADES.....	2
Antecedentes	2
1.1 Localización.....	2
1.2 Situación administrativa del acuífero.....	4
2.FISIOGRAFÍA.....	4
2.1 Clima	4
2.2 Hidrografía.....	4
3.GEOLOGÍA	4
3.1 Estratigrafía.....	5
4.HIDROGEOLOGÍA	8
4.1 Tipo de acuífero.....	8
4.2 Comportamiento hidráulico.....	8
5.CENSO DE APROVECHAMIENTO E HIDROMETRÍA.....	9
6.BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	9
6.1 Recarga.....	10
6.2 Descarga.....	10
6.3 Cambio de almacenamiento (ΔVS).....	10
7.DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA	11
7.1 Recarga total media anual (R).....	12
7.2 Descarga natural comprometida (DNC)	12
7.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	12
7.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	13
8.BIBLIOGRAFÍA	14

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 Río Turbio, definido con la clave 1114 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción noroccidental del estado de Guanajuato y un área aproximada del acuífero de 914 km² (Figura 1).

El acuífero comprende casi la totalidad de los municipios de San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y parte del municipio de Manuel Doblado.

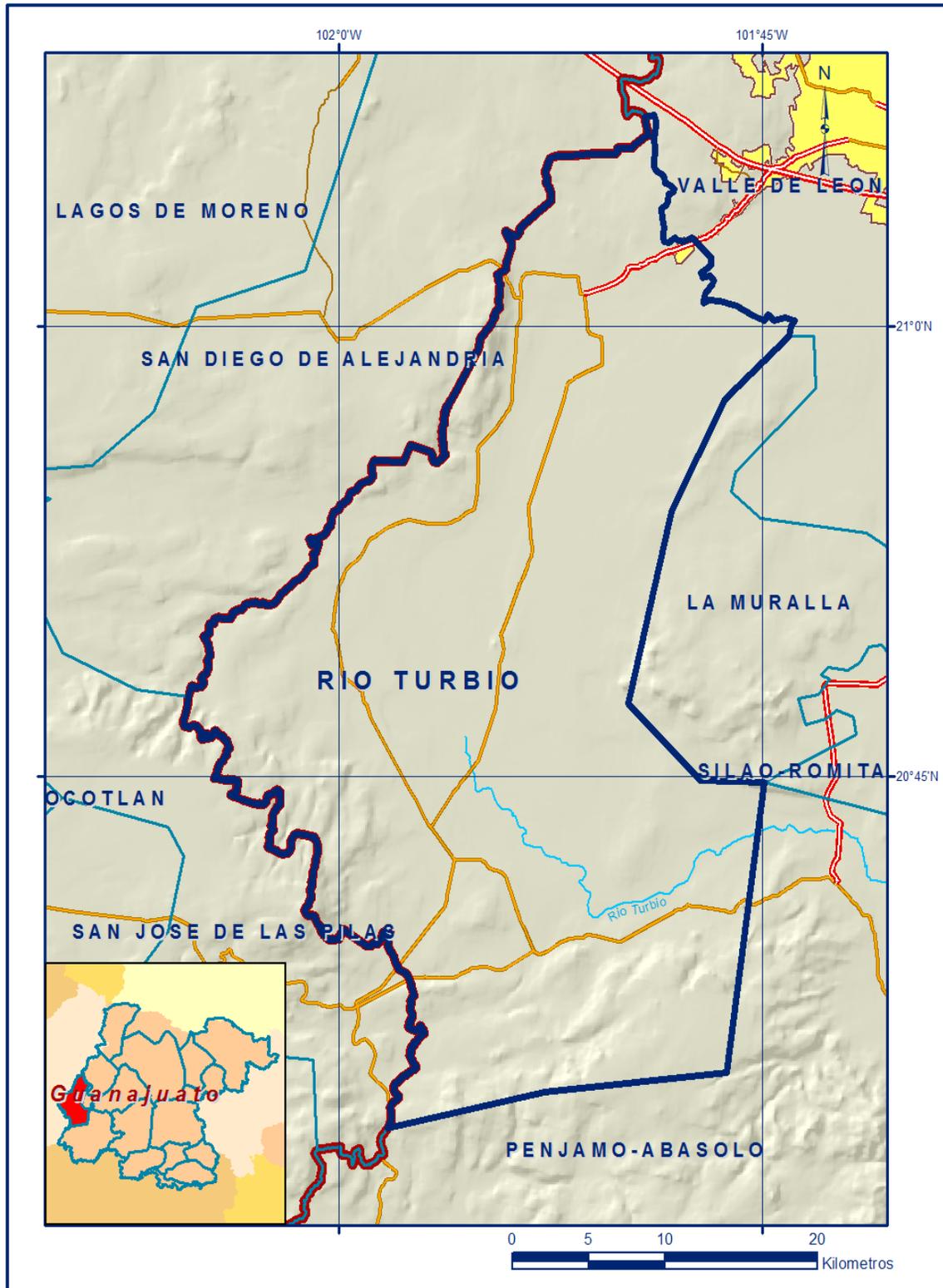


Figura 1. Localización del acuífero

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

ACUIFERO 1114 RIO TURBIO							OBSERVACIONES
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	49	10.0	21	6	58.9	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE MUNICIPAL
2	101	47	10.0	21	2	37.8	DEL 2 AL 3 POR EL LIMITE MUNICIPAL
3	101	44	4.4	20	59	40.2	
4	101	46	20.7	20	57	35.0	
5	101	48	14.1	20	53	49.7	
6	101	49	45.7	20	47	26.3	
7	101	47	12.9	20	44	52.1	
8	101	44	57.6	20	44	49.0	
9	101	46	16.9	20	35	7.5	
10	101	52	42.0	20	34	29.3	
11	101	58	16.0	20	33	17.8	DEL 11 AL 12 POR EL LIMITE ESTATAL
12	102	5	17.8	20	47	39.8	DEL 12 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	101	49	10.0	21	6	58.9	

1.2 Situación administrativa del acuífero

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1.

2. FISIOGRAFÍA

2.1 Clima

El clima predominante en la zona de acuerdo a la clasificación de climas propuesto por Köppen, y modificado por Enriqueta García, es seco a árido con lluvias en verano y oscilación de temperaturas entre **7 y 14°C**, en toda la zona de estudio. La precipitación media anual en la zona es cercana a los **670 mm**, presentando la temporada de lluvias en los meses de junio a septiembre, con la particularidad de ser intensas y de poca duración.

2.2 Hidrografía

Este acuífero se encuentra en la Región Hidrológica No. 12, Lerma-Santiago, propiamente a la cuenca del río Turbio. Colinda al norte y al poniente con el estado de Jalisco, al oriente con los valles de León y Silao, y al sur con el Valle de Pénjamo.

3. GEOLOGÍA

El área del acuífero que cubre la Cuenca del Río Turbio se encuentra entre las provincias geológicas Cadena Volcánica Transmexicana y El Altiplano Mexicano, esta última influenciada por vulcanismo de la Sierra Madre Occidental, controlada geológicamente e hidrogeológicamente por la Meseta León-Guanajuato, La Sierra de Pénjamo y El Graben de Penjamillo (Figura 2).

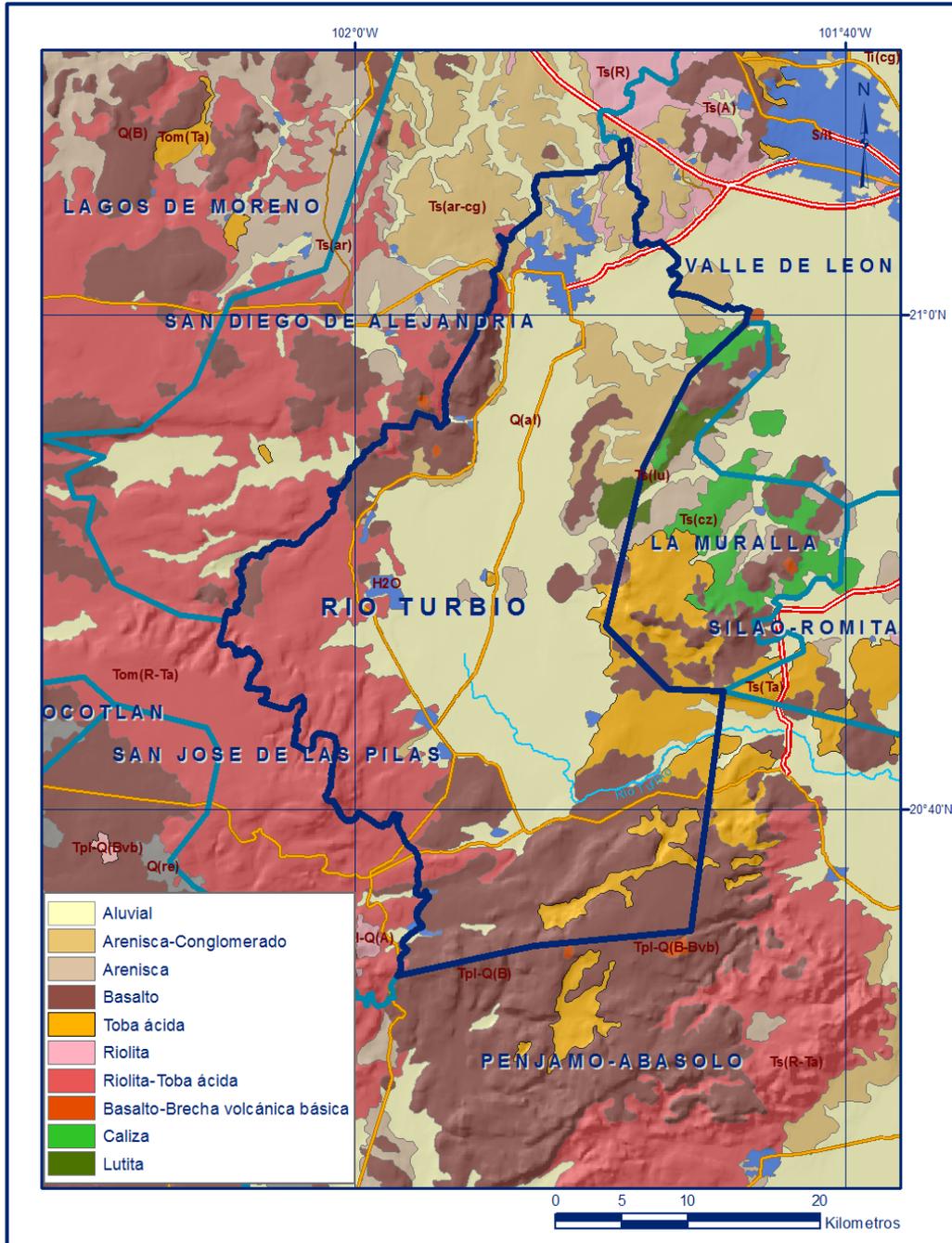


Figura 2. Geología general del acuífero

3.1 Estratigrafía

Se han identificado al menos seis unidades litológicas, con características estratigráficas particulares. Todas ellas son de origen continental y en su mayoría corresponden a rocas volcánicas con un rango estratigráfico desde el Oligoceno hasta el Reciente. A continuación, se describen cada una de las unidades partiendo de la más antigua a la más joven.

Ignimbritas del Oligoceno-Mioceno

Con la mayor distribución dentro del área de estudio, esta unidad, afloran al sur y al poniente del poblado de Manuel Doblado donde constituyen grandes y amplias mesetas; al oriente del área, en la Sierra del Chamizal, se observan espectaculares cantiles y mesetas basculadas hacia el oriente, mientras que, hacia el sur, estas rocas, conforman a la Sierra de Pénjamo. Se ha reportado la presencia de esta unidad a diferentes intervalos, tal es el caso de los aprovechamientos localizados en Cañada de Negros y el pozo 7 de la batería de SAPAL, identificándose a profundidades entre los 200 y 300 m. De acuerdo a su posición estratigráfica y a la correlación regional, estas rocas se consideran dentro de un intervalo de edad del Oligoceno al Mioceno y son parte de la Sierra Madre Occidental.

Basalto o Andesita Basáltica Indiferenciada

En la Cañada de Negros existe un basalto alterado y deformado con abundante fracturamiento, al cual le subyace un potente paquete de rocas piroclásticas y brechas deformadas. Esta unidad se ha reportado en los pozos 10 y 14 de la batería de SAPAL, a una profundidad entre los 190 y 130 metros. Por su posición estratigráfica entre las ignimbritas del Mioceno y el Conglomerado Xoconoxtle, se le asigna una edad del Mioceno.

Conglomerado Xoconoxtle.

El conglomerado Xoconoxtle se distribuye ampliamente en el área de interés y zonas adyacentes.

Se extiende desde la región de Xoconoxtle lugar de donde toma su nombre y continúa al oeste de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato. Presenta una gran heterogeneidad en cuanto a su composición litológica ya que incluye conglomerados característicos de abanicos aluviales, rellenos fluviales, y depósitos lacustres con productos volcánicos intercalados.

En la parte norte, en las inmediaciones de la carretera que une a San Francisco del Rincón y La Ciudad de León, se identificaron paquetes de piedra pómez, tobas limo-arenosas, con horizontes de material depositados en un medio acuoso.

Otros afloramientos del Conglomerado Xoconoxtle se estudiaron al sudoeste de San Francisco del Rincón; en esta región se describió una secuencia continental conglomerática de abanicos aluviales y depósitos fluviales, constituidos principalmente por clastos de ignimbritas empotrados en una matriz arenosa.

La secuencia se encuentra basculada aproximadamente 24° al NE, por efecto de una falla con dirección N-S. El conglomerado representa la erosión de las unidades ignimbríticas de la Sierra Madre Occidental y en general manifiesta basculamiento en las direcciones NE y NW, con ángulos de inclinación entre 24° y 45° respectivamente. Su edad se considera del Mioceno.

Secuencia Máfica Del Río Santiago

Consiste en una secuencia de flujos de lava basáltica con intercalaciones locales de depósitos aluviales y lacustres. Los flujos individuales de los derrames basálticos varían desde 2 a 10 metros de espesor. La edad asignada a esta secuencia por medio de datación radiométrica es de 10.2 millones de años y tiene un espesor total de aproximadamente 250 metros.

Dentro del área de estudio, esta unidad se encuentra distribuida hacia la región occidental, constituyendo las partes bajas de un graben denominado informalmente Graben de Jalpa.

Basaltos del Plioceno

Estas unidades basálticas se encuentran coronando las partes altas de la región de estudio. Consiste en varias unidades de composición basáltica, las cuales se encuentran afectadas por fracturas subhorizontales y verticales. Se encuentran cubriendo de manera indistinta a todas las unidades más antiguas.

Conos de Escoria y Derrames de Lava del Cuaternario. - Bajo esta denominación se agrupa una serie de estructuras volcánicas como son conos de escorias y derrames de lava que afloran en el extremo noroeste de la región de estudio. Morfológicamente son conos bien conservados, constituidos por una alternancia de materiales del tipo de escorias de caída y derrames de lava.

Aluvión

Es la unidad más joven de la región de estudio y se encuentra rellenando las partes bajas de la región. Presenta heterogeneidad en cuanto a su granulometría, ya que están constituidas por gravas, arenas y arcillas, dependiendo de la región de aporte y los diversos cambios que ha presentado el Río Turbio. En las partes cercanas a las sierras circunvecinas se desarrollan amplios abanicos aluviales constituidos por conglomerados esencialmente. En las partes centrales de la región se presentan canales de corte y relleno, meandros abandonados, planicies de inundación y depósitos lacustres.

Por otra parte, el valle del Río Turbio es encuentra fuertemente influenciado por dos sistemas de fracturamiento y/o fallamiento; por un lado, el sistema N-S, que es el más antiguo y ha tenido varias reactivaciones en el tiempo, su orientación configura de manera importante la geometría del valle, así mismo controla la sedimentación continental, desarrollando abanicos en dirección este-oeste.

Por ser una estructura antigua esta ha tenido varias fases de reactivación, pero la más importante ha ocurrido durante el Plioceno, cuando se verificó una etapa distensiva provocada por la tectónica Basin and ranges” a partir de la cual se desarrolló el modelo sedimentario continental de esta parte.

4. HIDROGEOLOGÍA

4.1 Tipo de acuífero

Basándose en la información analizada se advierte la presencia de un sistema acuífero integrado por unidades litológicas de tipo granular y rocas fracturadas. Las primeras presentan características heterogéneas dependientes de su forma de depósito, de tal manera que se pueden reconocer facies de granulometría gruesa hasta condiciones de ambientes lacustres. Representada por depósitos aluviales, la unidad acuífera superior presenta un espesor promedio de 100 m, los cuales se han reportado en las inmediaciones de San Francisco del Rincón, dicha unidad es explotada por aprovechamientos de bajo caudal y profundidades someras.

La unidad acuífera en rocas fracturadas está representada por las coladas de basalto y flujos de ignimbrita fracturadas, estas últimas se encuentran intercaladas con depósitos piroclásticos moderadamente consolidados.

Por otro lado, los eventos tectónicos que han afectado al valle han originado la existencia de altos y bajos estructurales en su interior, modificando las condiciones de continuidad de los materiales, que a su vez se reflejan en el comportamiento de los niveles piezométricos.

4.2 Comportamiento hidráulico

La profundidad de los niveles varía en la zona de interés de entre 10 y más de 150 metros, identificándose las profundidades menores en la zona cercana a la Presa San Germán, con valores de 10 m; incrementando hasta los 55 m hacia la zona de San Francisco del Rincón y El Maguey, aclarando que estos niveles corresponden a pozos con más de 100 m de profundidad.

Al norte de la localidad de Purísima de Bustos y cercano a la comunidad del Guanajal, los niveles oscilan cerca de los 30 m. Mientras que hacia la zona oriente en las inmediaciones del poblado Peñuelas, la profundidad de los niveles alcanzan los 60 m y se continúan profundizando hacia el oriente, llegando a los 145 m en el pozo de la comunidad de San Isidro. Dentro de esta misma porción oeste, pero hacia la población del Mesquitillo, las profundidades son del orden de los 105 m.

Se observan profundidades de 35 y 40 m hacia el centro del valle, manifestando un incremento hacia el occidente (norte de Guadalupe de Jalpa, El tecolote) con niveles de 55 y 60 m. Cerca de la cañada de Negros los pozos presentan niveles estáticos del orden de los 72 m de profundidad. Mientras que hacia la comunidad de Maravillas estos se ubican a los 12 m de profundidad y en las inmediaciones de la localidad Galera alcanzan los 55 m.

Con respecto a la configuración del acuífero, muestra el siguiente esquema:

En las inmediaciones de los poblados San Germán y San Francisco del Rincón, se presenta una carga hidráulica de 1,740 m. En esta misma zona se puede identificar un pequeño cono piezométrico a la altura de San Francisco del Rincón, asociado, a la sobreexplotación de la red de pozos existentes en esa zona. Un comportamiento similar se observa cerca de la comunidad del Mesquitillo el cual está relacionado con la baja conductividad hidráulica de la facie lacustre en los conglomerados.

Hacia la parte central del valle desde San Ignacio Peñuelas hasta la altura de Manuel Doblado, se presenta un cono piezométrico que se acentúa a la altura de la comunidad de Maravillas y el Guayabo de Santa Rita, con valores del orden de 1,680 y 1,690 m es precisamente esta depresión piezométrica la que influye para que no exista salida subterránea a la altura de Las Adjuntas, en la porción sudeste. Por otra parte, se hace evidente la presencia de una zona de recarga en la región poniente del valle, prácticamente a todo lo ancho del Graben de Guadalupe de Jalpa.

5. CENSO DE APROVECHAMIENTO E HIDROMETRÍA

El volumen de bombeo reportado para el acuífero es de 148 hm³/año.

6. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

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

Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de almacenamiento

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, dan como resultado $51.7 \text{ hm}^3/\text{año}$. 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 $148 \text{ hm}^3/\text{año}$.

6.1 Recarga

De acuerdo a las configuraciones se identifican dos zonas importantes de recarga; al norte de San Francisco del Rincón y al noroeste de Manuel Doblado, adicionalmente debido a la modificación de los niveles por el bombeo excesivo, se ha inducido una recarga de la parte sur hacia el valle, del orden de $51.7 \text{ hm}^3/\text{año}$, que en conjunto con la recarga vertical suman **$110 \text{ hm}^3/\text{año}$** .

6.2 Descarga

La descarga del sistema ha tenido variaciones a través del tiempo lo que se refleja en sus componentes, esto se presenta en tres estados fundamentales:

a) cuando no había extracción (condiciones naturales), la descarga se presentó como flujo base del río turbio, evapotranspiración de niveles someros al sur del valle, manantiales y flujo subterráneo hacia sistemas aguas abajo;

b) conforme se incrementó la extracción de agua mediante obras artificiales se interceptó el flujo y disminuyeron las salidas naturales hasta que se rebasó la capacidad de renovación del acuífero;

c) una vez superada la renovación natural del acuífero, el déficit de agua se satisface a costa del almacenamiento, condición que actualmente prevalece en el valle, donde se tiene una extracción del orden de los $148 \text{ hm}^3/\text{año}$.

6.3 Cambio de almacenamiento (ΔV_S)

En el lapso de 2 años, se observa que los mayores abatimientos se registraron en las inmediaciones de las localidades del Triángulo, Guadalupe de Jalpa y El Tecolote, al poniente del valle, con un abatimiento total promedio de 8 a 10 m, los cuales equivalen a 4 y 5 m por año.

Sin embargo, en gran parte del área de estudio, desde San Ignacio Peñuelas y El Maguey hasta Manuel Doblado y La Galera, los descensos fueron de 4 a 5 m, los cuales representan un abatimiento anual de 2 a 2.5 m.

Los menores descensos se verificaron al norte de San Francisco del Rincón y de Purísima del Rincón, en las cercanías de las localidades del Guanajal y el Barrial, con valores de 1.5 m al año.

Con base en lo anterior se obtuvo un cambio de almacenamiento de **-38 hm³/año**.

Solución de la ecuación de balance

De lo anterior, el balance se planteó de la manera siguiente: se consideró una entrada subterránea de 51.7 hm³/año, extracción del agua de 148 hm³/año y un cambio de almacenamiento de -38 hm³/año.

Así, el resultado que arrojó el balance fue una recarga vertical de **58.3 hm³/año**.

7. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

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:

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

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, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Río Turbio es de **110.0 hm³/año**.

7.2 Descarga natural comprometida (DNC)

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 Río Turbio, la descarga natural comprometida es **nula**. Por lo tanto, **DNC = 0.0**.

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 **164,256,337 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 110.0 - 0.0 - 164.256337 \\ \text{DMA} &= -54.256337 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es **54,256,337 m³ anuales.**

8. BIBLIOGRAFÍA

SARH, "Actualización del Estudio Geohidrológico del Valle del Río Turbio, Edo. de Guanajuato". Elaborado por Geohidrológica Mexicana S.A. Para el año de 1979.

SARH, "Estudio Geohidrológico Cuantitativo de la Cuenca Alta del Río Turbio". Elaborado por Ariel Construcciones S.A., 1982