



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA (2204),
ESTADO DE QUERÉTARO**

CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE 2020

Contenido

1.	GENERALIDADES	2
	Antecedentes.....	2
1.1.	Localización	2
2.	GEOLOGÍA.....	4
3.	VEGETACIÓN	4
4.	EDAFOLOGÍA.....	6
5.	MÉTODO RUDO.....	7
6.	DISPONIBILIDAD	8
6.1	Recarga total media anual (R).....	9
6.2	Descarga natural comprometida (DNC).....	9
6.3	Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	10
6.4	Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	10

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 Valle de Buenavista se localiza en la porción oeste del estado de Querétaro, y abarca un área de 311.8 km².

En la región, el clima es predominantemente semiseco templado con una precipitación media anual de 555 mm.

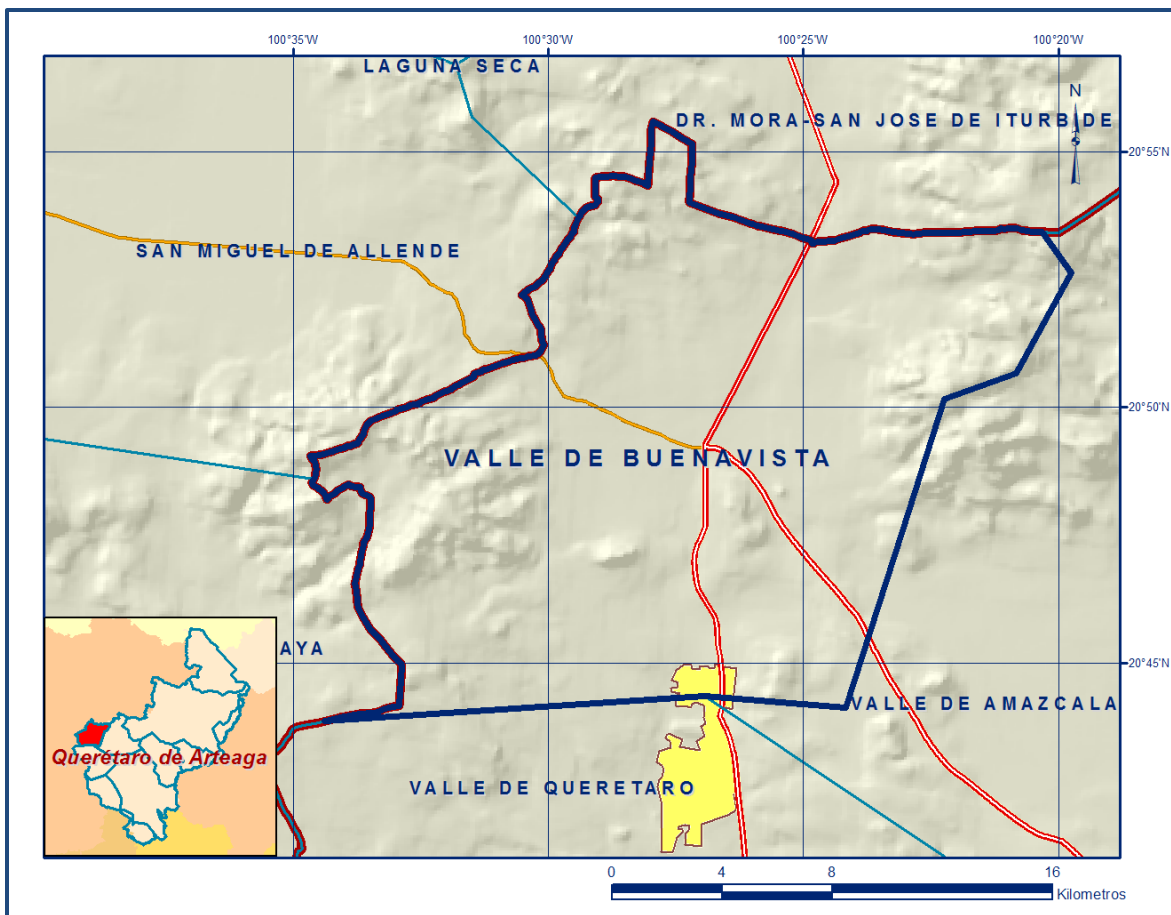


Figura 1. Localización del acuífero

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 2204 VALLE DE BUENAVISTA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	100	20	19.1	20	53	25.7	
2	100	19	45.3	20	52	38.5	
3	100	20	49.3	20	50	39.8	
4	100	22	14.2	20	50	9.9	
5	100	23	3.8	20	47	35.6	
6	100	24	10.0	20	44	7.0	
7	100	26	55.0	20	44	20.0	
8	100	34	23.6	20	43	51.2	DEL 8 AL 9 POR EL LIMITE ESTATAL
9	100	34	36.2	20	48	35.6	DEL 9 AL 10 POR EL LIMITE ESTATAL
10	100	29	24.1	20	53	43.0	DEL 10 AL 11 POR EL LIMITE ESTATAL
11	100	23	10.5	20	53	25.9	DEL 11 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	100	20	19.1	20	53	25.7	

2. GEOLOGÍA

La zona está conformada litológicamente por rocas ígneas extrusivas como andesitas, riolita-toba-ácida, tobas y basaltos; hacia el norte se aprecian rocas calizas. El centro del valle está conformado por arenisca-conglomerado y depósitos aluviales.

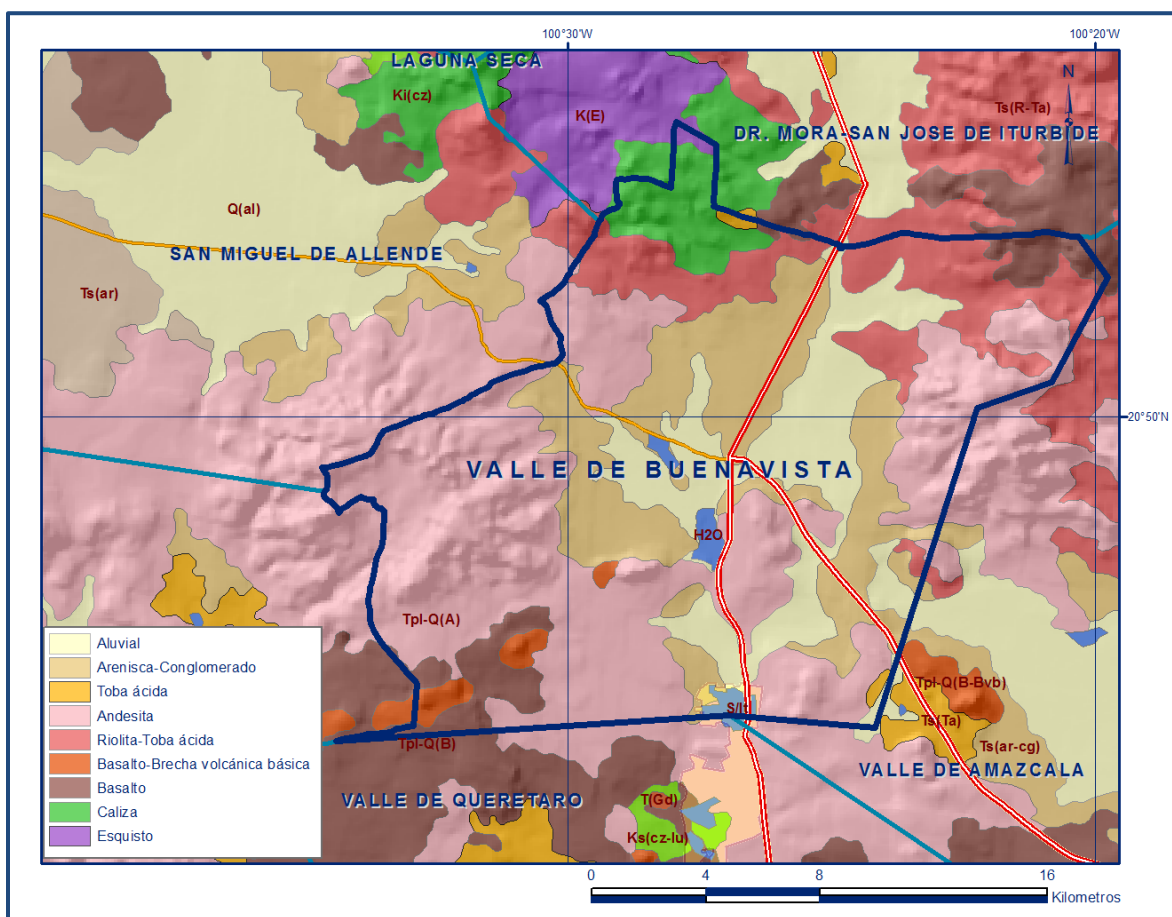


Figura 2. Geología general del acuífero

3. VEGETACIÓN

En el área de estudio predomina el área agrícola la cual se desarrolla en suelos bien drenados.

También podemos observar cobertura del tipo matorral que es una vegetación arbustiva con altura comúnmente inferior a 4m. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados; la vegetación cubre una proporción

relativamente pequeña del suelo, por lo que éste siempre está expuesto al sol, la insolación suele ser muy fuerte e intensa, la humedad atmosférica baja y en consecuencia la evaporación y la transpiración alcanzan valores altos.

El área restante está constituida principalmente por vegetación tipo bosque y pastizal.

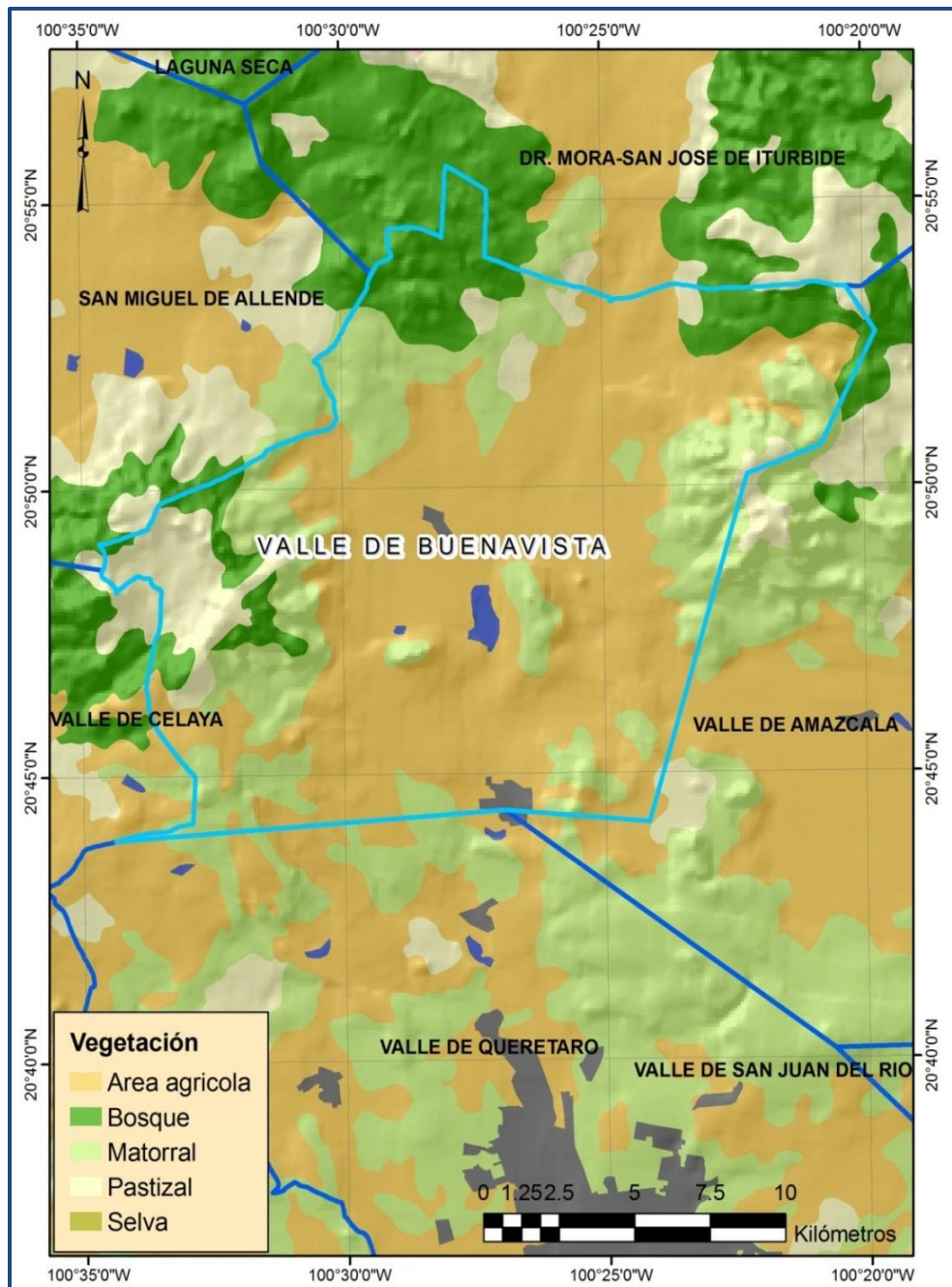


Figura 3. Vegetación en el área del acuífero

4. EDAFOLOGÍA

El tipo de suelo predominante en el acuífero es el vertisol que se caracteriza por ser un material muy arcilloso pesado y de estructura masiva de color negro o gris oscuro y/o café rojizo; tienen un alto contenido de arcillas (<35%) en capas a menos de 50 cm de profundidad; forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia el subsuelo al secarse; son suelos muy impermeables y muy duros al estar secos, que se expanden en húmedo formando superficies de deslizamiento y que son colapsables en seco. Se presentan en depresiones y zonas onduladas; tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización, su baja evolución depende del material originario.

También observamos el tipo de suelo litosol que es un suelo de piedra muy delgado, se distingue por tener una profundidad menor a los 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo que lo limita, como roca, tepetate o caliche. Constituyen la etapa primaria de formación del suelo, predominando en ella la materia orgánica. Se presentan en pendientes altas como sierras, barrancas, lomeríos y algunos terrenos planos. La susceptibilidad a la erosión es muy variable.

El resto del acuífero está constituido por los tipos de suelo: feozem, y castañozem.

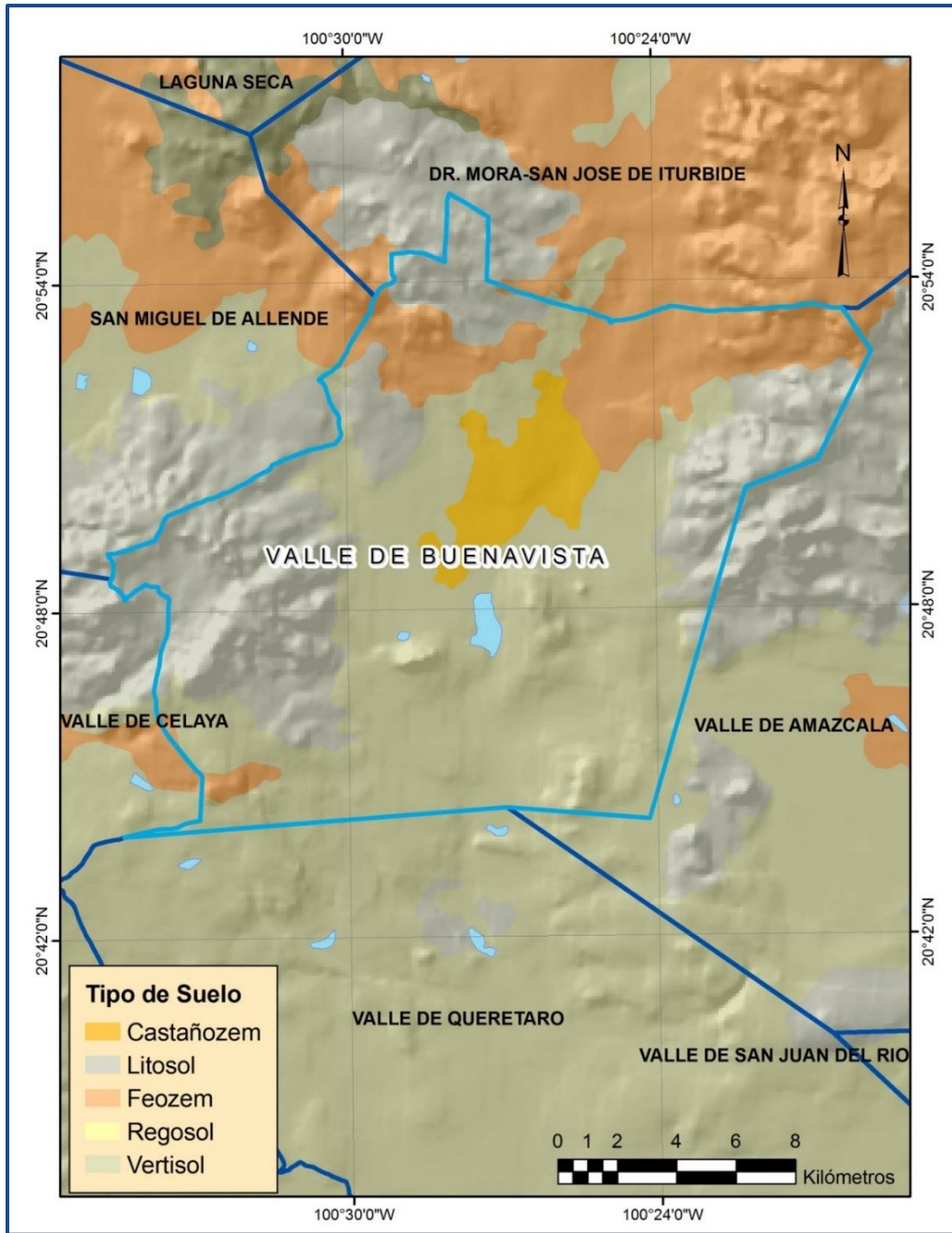


Figura 4. Edafología en el área del acuífero

5. MÉTODO RUDO

El método plantea que la recarga media anual es proporcional a la precipitación y, por consiguiente, establece una constante de proporcionalidad para cada acuífero en función de variables intrínsecas del mismo.

De cada variable se ha elaborado una capa de información en un SIG a partir de la cartografía temática básica 1:250,000 del INEGI.

Para la aplicación del método, se desarrolló un sistema de puntuaciones para clasificar la información del mapa de cada variable. Las puntuaciones varían entre 1 y 9, siguiendo una progresión aritmética de diferencia 1, con el objetivo de que se puedan equiparar fácilmente a porcentajes de recarga del acuífero. El valor 1 indica mínima incidencia de los valores de esa variable en la recarga del acuífero, mientras que el valor 9 expresa la máxima influencia en la recarga.

En este contexto, la asignación de valores a las distintas litologías se efectuó en función de criterios hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad primaria); las distintas clases de suelos se agruparon según las características generales de espesor y textura que predominan en sus horizontes; la vegetación se clasificó de acuerdo al tipo de raíces (extensión lateral y profundidad) de cada planta; y los valores de la pendiente se agruparon en 4 clases irregulares con intervalos de 6%.

Las capas de información correspondientes a cada variable según el sistema de rangos y puntuaciones, se combinaron mediante diferentes procedimientos de álgebra de mapas, asignando a cada variable un porcentaje ponderado que responde a la importancia que ejerce cada una de ellas sobre la recarga, de acuerdo con resultados del análisis previo de las variables que influyen en la misma. La tasa de recarga varía de un mínimo de 1 hasta 10 por ciento; es decir, siempre hay algo de recarga y nunca es mayor al 10% de la precipitación.

Al combinar los mapas mediante el álgebra de mapas y multiplicarlos por la lámina de precipitación de cada pixel, se obtiene un valor en milímetros que representan la proporción que se infiltra al subsuelo. Estos valores se multiplican por el área de cada pixel (10000 m²) y nos da como resultado el volumen infiltrado en toda el área del acuífero.

6. 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:

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

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

6.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical y de recarga incidental producto del exceso de riego.

Se estimó que la recarga vertical natural es de 9.1 hm³/año.

Como la zona de es eminentemente agrícola y datos del REPDA mencionan un volumen de más de 9.5 millones de metros cúbicos concesionados para uso agrícola, se estimó que cerca del 20% de ese volumen se infiltra, formando una recarga incidental por exceso de riego de 1.9 hm³/año.

Considerando las dos cifras anteriores, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de **11.0 hm³/año**.

6.2 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 el caso del acuífero Valle de Buenavista existen algunos manantiales los cuales conforma la descarga natural comprometida con un volumen de **0.1 hm³/año**.

6.3 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 **23,339,852 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 **20 de febrero del 2020**.

6.4 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 11.0 - 0.1 - 23.339852 \\ \text{DMA} &= -12.439852 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de **12,439,852 m³ anuales** que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.