

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero La Blanca (3228), Estado
de Zacatecas***

*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.**

CDXVI REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "CUENCAS CENTRALES DEL NORTE"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
ESTADO DE ZACATECAS							
3228	LA BLANCA	20.5	0.0	29.157703	29.5	0.000000	-8.657703

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 3228 LA BLANCA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	53	55.9	22	38	30.9	
2	101	55	56.0	22	36	49.3	
3	101	57	10.3	22	36	29.4	
4	102	4	46.1	22	27	51.4	
5	102	6	5.7	22	28	6.2	
6	102	9	33.3	22	27	34.7	
7	102	10	27.0	22	28	35.9	
8	102	10	49.2	22	30	36.3	
9	102	7	48.8	22	35	31.0	
10	102	9	58.4	22	41	1.2	
11	102	9	15.5	22	44	10.0	
12	102	9	21.2	22	46	34.6	
13	102	7	29.6	22	46	57.5	
14	102	7	55.5	22	47	58.1	DEL 14 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	101	53	55.9	22	38	30.9	



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 LA BLANCA, ESTADO
DE ZACATECAS***

México, D.F., 30 de abril de 2002

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO LA BLANCA, ESTADO DE ZACATECAS

CONTENIDO

- 1 Generalidades**
 - 1.1 Antecedentes
 - 1.2 Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica
 - 1.3 División municipal
 - 1.4 Estudios técnicos realizados con anterioridad
- 2 Marco físico**
 - 2.1 Clima
 - 2.2 Hidrografía
 - 2.3 Geología
- 3 Hidrología subterránea**
 - 3.1 El acuífero
 - 3.2 Niveles del agua subterránea
 - 3.3 Censo de aprovechamientos e hidrometría
- 4 Balance de aguas subterráneas**
 - 4.1 Ecuación de balance
 - 4.2 Recarga
 - 4.3 Descarga
 - 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 e inscrito en el REPDA
 - 5.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

Figuras

- | | |
|----------|---|
| Figura 1 | Acuífero La Blanca, Zac. |
| Figura 2 | Profundidad del nivel estático. 1996 |
| Figura 3 | Elevación del nivel estático. 1996 |
| Figura 4 | Evolución del nivel estático. 1989-1996 |

Tablas

- | | |
|---------|---|
| Tabla 1 | Coordenadas que definen el área del acuífero de la Blanca |
| Tabla 2 | Balance 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 (REPDPA), 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, que 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 agua 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 subterráneas deberá de realizarse un balance de las mismas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos, y de ésta 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 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, extensión y límites de la unidad hidrogeológica

El acuífero La Blanca se localiza en la porción oriente del estado de Zacatecas. Comprende un área aproximada de 587 km². Ocupa parte de la porción oriental del estado de Zacatecas, a unos 50 km al oriente de la capital del estado. Las coordenadas del polígono para enmarcar el área de estudio se presentan a continuación:

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	5	16.8	22	44	49.2	Del 1 al 2 por el límite estatal
2	101	53	56.4	22	38	31.2	
3	101	57	10.8	22	36	28.8	
4	101	59	42.0	22	35	2.4	
5	102	4	4.8	22	28	8.4	
6	102	6	21.6	22	22	44.4	
7	102	6	36.0	22	22	30.0	
8	102	8	38.4	22	23	45.6	
9	102	10	33.6	22	25	37.2	
10	102	11	45.6	22	27	36.0	
11	102	12	10.8	22	29	42.0	
12	102	11	56.4	22	30	54.0	
13	102	7	30.0	22	36	57.6	
14	102	7	4.8	22	42	54.0	
1	102	5	16.8	22	44	49.2	

1.3 División municipal

El acuífero ocupa buena parte de los municipios General Pánfilo Natera, y Ojo Caliente, así como una pequeña parte de Villa González Ortega y Luis Moya, como se puede observar en la figura 1.

La zona se encuentra comunicada con las ciudades de San Luis Potosí y Zacatecas por medio de la carretera No. 49, y que atraviesa la zona de trabajo de este a oeste; la carretera No. 57 que une a las poblaciones de Ojo Caliente y Pinos, y que pasa por Villa González Ortega, Santa Elena y Pánfilo Natera; con un ramal que va de Santa Elena a Villa de Ramos, pasando por San José, El Saladillo y Zacatón.

1.4 Estudios técnicos realizados con anterioridad

En 1974 se realizó el estudio denominado “Estudio geohidrológico preliminar en la zona de La Blanca, estado de Zacatecas”, cuyo objetivo era conocer en forma preliminar la potencialidad de los recursos hidráulicos subterráneos, así como las condiciones del funcionamiento de los acuíferos; la principal conclusión fue que el acuífero estaba subexplotado y se podían aumentar las extracciones (¹).

Se cuenta, además con un reporte sobre este acuífero realizado en 1998 (²) por el Departamento de Aguas Subterráneas en la Gerencia del Estado de Zacatecas de la CNA, con valores actualizados a esa fecha.

¹ Estudio geohidrológico preliminar en la zona de La Blanca, estado de Zacatecas. Consultores, S.A. para la Subdirección de Geohidrología y de Zonas Áridas. 1974.

² “Resumen de condiciones geohidrológicas en los acuíferos del estado de Zacatecas, ubicados dentro de la región hidrológica Cuencas Cerradas del Norte”. Departamento de Aguas Subterráneas. Zacatecas, 1998.

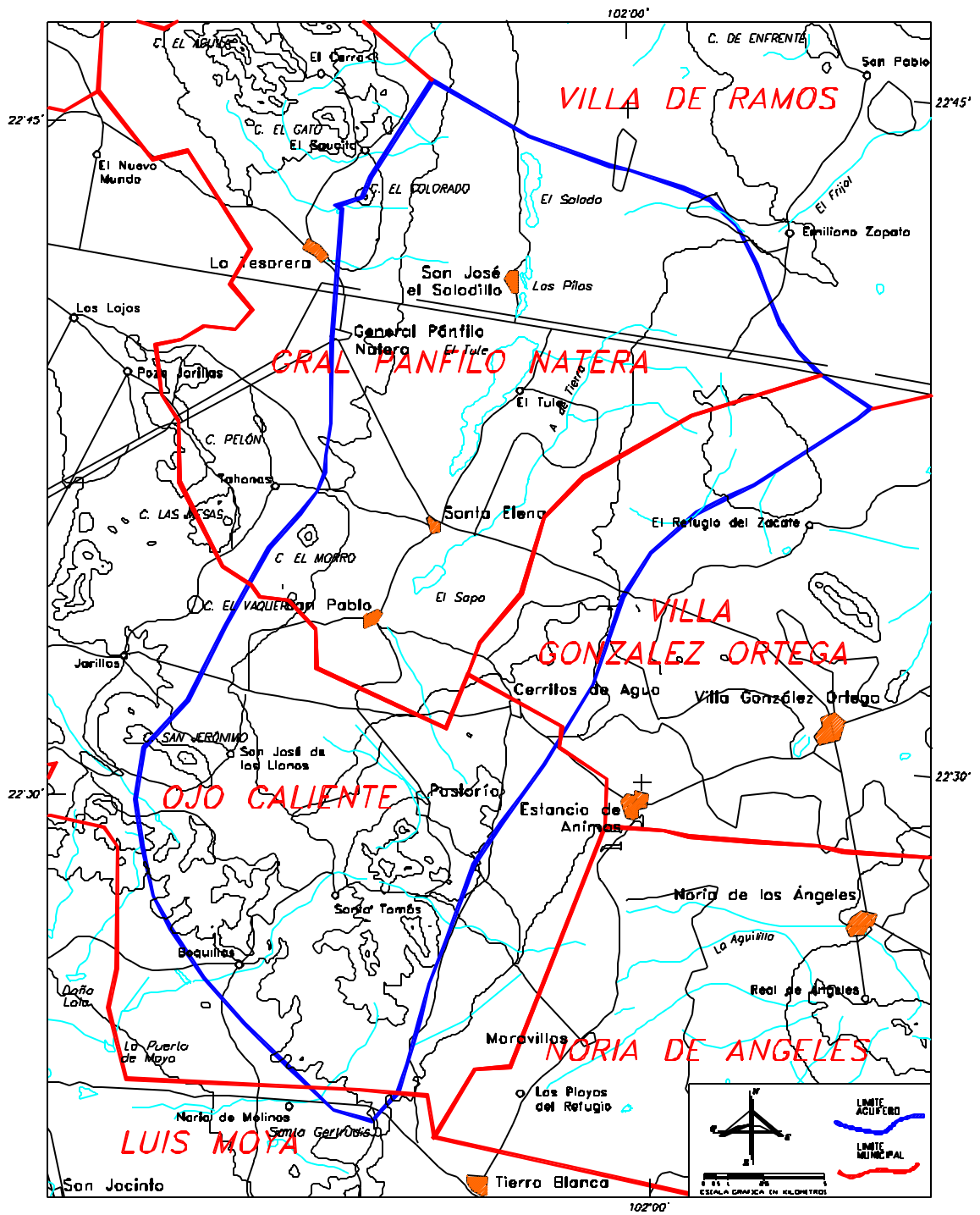


Figura 1 Acuífero La Blanca, Zac.

2 Marco físico

2.1 Clima

Según la clasificación de Köppen modificada por E. García, el clima se clasifica como BS_1Kw , caracterizado por ser semiseco templado, con régimen de lluvias en verano, clima que persiste en toda el área.

La precipitación media anual es de 407 mm, siendo el mes de agosto el de mayor precipitación y noviembre el mes con menos precipitación. La evaporación media anual es de 2 041 mm y la temperatura oscila entre $15.5^{\circ} C$ y $19.2^{\circ} C$ y como un valor del promedio pesado $16.9^{\circ} C$.

2.2 Hidrografía

El área es una cuenca cerrada de forma irregular, perteneciente a la Región Hidrológica No.37, “El Salado”, al mismo tiempo que a la cuenca “San Pablo y Otras”.

La zona de La Blanca carece de escurrimientos superficiales, salvo en periodos de lluvia extraordinarios, en los cuales se forman arroyos torrenciales que escurren desde las zonas más elevadas hasta las lagunas de la planicie. Los niveles del agua en las lagunas son variables, en razón de los volúmenes de agua recibida, y en el periodo siguiente de sequía tienden a perder agua por evaporación, hasta quedar prácticamente secas. El nivel que registran las lagunas no representa el nivel freático regional, ya que son embalses sobre zonas arcillosas.

La hidrografía que se manifiesta en la zona es de tipo dendrítico hacia las partes altas, cambiando a paralelo hacia las partes más bajas y casi planas en donde desaparecen; algunas veces desaguan en pequeñas lagunas.

Existen pocos aprovechamientos de agua superficial, consistentes en presas de reducida capacidad, así como un mayor número de bordos y tanques construidos sobre los arroyos principales, que son destinados para abrevadero.

2.3 Geología

Fisiografía y geomorfología

La zona de estudio forma parte de la provincia que Raisz (1959) denominó como “Mesa Central”, describiéndola como una zona de planicies rodeada de mesetas, que se diferencia de la provincia de Sierras y Valles porque se manifiestan mayores altitudes en las primeras y sus valles presentan extensiones más planas. En lugar de tener sierras alargadas presentan colinas bajas, siendo notoria la presencia de testigos correspondientes a antiguos volcanes. Los materiales clásticos que forman los rellenos de las cuencas, son de poco espesor y dentro de los cuales se localizan lagunas de poca profundidad. La cuenca a la que pertenece la zona de estudio presenta elevaciones topográficas que varían desde 2 040 hasta 2 350 msnm.

La zona en particular presenta extensas planicies constituidas principalmente por materiales de relleno, sobre los que se han desarrollado gran número de lagunas de poca profundidad, que por lo general se encuentran alineadas y probablemente coincidan con líneas de debilidad (posibles fallas o fracturas). Estas planicies manifiestan altitudes del orden de los 2050 msnm.

Más o menos circundando al valle se encuentran una serie de elevaciones, las que algunas veces están formado mesetas y cerros que se elevan 200 m con respecto a la planicie. Las principales elevaciones se encuentran distribuidas en diferentes sitios: en la porción oriental se observan algunas mesetas y restos de volcanes viejos, que tienen composición riolítica y basáltica; en la porción sureste se observa un conjunto de lomeríos y mesetas de composición riolítica. Hacia la porción noroeste se encuentran las elevaciones de mayor altura, cerros cuyo núcleo está compuesto de materiales ígneos intrusivos, que afectaron a las rocas calcáreas preexistentes, y que posteriormente fueron cubiertas por materiales riolíticos que son los que forman las crestas de los cerros; esto fácilmente y en particular se puede apreciar al noroeste del poblado de El Saucito. En el extremo suroeste del área existen cerros, mesetas y lomeríos que están formados por materiales riolíticos principalmente; en cambio, hacia la porción sur, en las inmediaciones de Milagros y Pastora existen elevaciones de pendientes suaves, formadas por materiales metamórficos y calcáreos marinos, así como intrusivos y riolíticos localizados en las partes altas.

Estratigrafía

Las rocas que afloran dentro de la zona de estudio están representadas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las ígneas son extrusivas de composición riolítica y basáltica, así como intrusivas; las sedimentarias son marinas del Cretácico Inferior y Continentales, tales como calizas lacustres del Terciario y sedimentos de relleno del valle que son bastante recientes; las metamórficas son pizarras, esquistos y filitas.

El conjunto de rocas que afloran en la zona abarcan una edad probable del Paleozoico hasta el reciente; a continuación se describen de las más antiguas a las recientes.

Paleozoico metamórfico. Estas rocas se encuentran aflorando en la porción sur, en las inmediaciones del poblado de Pastoría; están formadas por rocas metamórficas que consisten en pizarras, esquistos y filitas. Estas rocas se encuentran en contacto discordante con rocas intrusivas, cubiertas por sedimentos marinos y por depósitos de materiales piroclásticos de composición riolítica.

Cretácico Inferior. Los afloramientos están distribuidos en la porción oeste y sur, representados por rocas de origen marino que corresponden a la formación Taraises, consistente en calizas con cantidades subordinadas de limolita.

Cretácico Superior-Terciario Inferior, rocas intrusivas. Este tipo de rocas se encuentran aflorando en la porción este y sur de la zona. Consisten en granitos y dioritas que contienen minerales de cuarzo, mica, plagioclasa, piroxenas y clorita.

Terciario ígneo.- Dentro de la zona de estudio se encuentran rocas de origen extrusivo, de composición riolítica, comprendiendo tobas, brechas y derrames, siendo algunos de estos últimos más jóvenes y de composición basáltica.

Terciario ígneo, derrames riolíticos.- Esta unidad se encuentra florando en distintos lugares de la zona ocupando extensiones reducidas; las principales pueden verse al sureste del poblado Bajío de San Nicolás, donde se representan constituyendo la parte superior de mesetas formadas por

derrames de riolita fluidal con textura porfídica, conteniendo cristales de plagioclasa y cuarzo con fracturas rellenas de sílice, presenta estructura columnar y su espesor varía entre dos y cuatro metros, se encuentran sobreyaciendo a las rocas tobáceas.

Terciario ígneo basáltico. Esta unidad aflora hacia la porción noreste, en las cercanías de los poblados Villa de Ramos y Pocitos; está formada principalmente por derrames de basalto que contienen cristales de olivino, presenta fracturamiento abundante, además de contener en la parte superior cenizas de la misma composición, las cuales con el transcurso del tiempo se han alterado y convertido en pequeñas capas de suelos arcillosos. Estos derrames se encuentran por lo general rodeando a estructuras volcánicas de la misma composición.

Terciario continental. El principal afloramiento de esta unidad se localiza en las inmediaciones del poblado de Salitral de Carrera, en la porción norte de la zona de estudio, y consiste en un horizonte de calizas con fracturamiento abundante. Esta unidad se encuentra interdigitada con depósitos que forman abanicos aluviales.

Cuaternario.- Comprenden los sedimentos continentales más recientes que ocupan las partes bajas y centrales de la zona; comprenden evaporitas, arcillas, limos, arenas y gravas que forman los siguientes depósitos: abanicos aluviales, depósitos fluviales, lacustres y aluviales.

Abanicos aluviales. Con este nombre se denomina la serie de depósitos de gravas, arenas y limos que ocasionalmente tienen horizontes arcillosos; el origen de estos clásticos es de composición riolítica principalmente.

Depósitos fluviales. Estos depósitos se localizan en los flancos de los cerros, principalmente en la porción oeste de la zona y están formados por clásticos gruesos y sueltos.

Depósitos lacustres. Se localizan en las partes centrales y más bajas de las planicies formando lagunas de poca profundidad. Estos depósitos de inundación están formados por arcillas y limos con intercalaciones de evaporitas.

Depósitos aluviales.- Se localizan en las partes bajas de las planicies, por lo general rodeando a los depósitos lacustres; están constituidos por arenas finas, limos y un bajo porcentaje de arcillas.

Unidades hidroestratigráficas

Desde un punto de vista geohidrológico, es posible agrupar las unidades litológicas antes descritas en función de sus permeabilidades, determinadas en forma cualitativa; así, se clasificaron las siguientes unidades hidroestratigráficas.

Unidades permeables

Los basaltos del Terciario afectados por fracturamiento intenso, presentan una buena permeabilidad secundaria, pero debido a su reducida extensión y poco espesor, además de encontrarse por encima del nivel de saturación, no funcionan como acuífero sino como transmisores del agua hacia rocas más profundas del subsuelo. En otras palabras representan zonas de recarga a los acuíferos contenidos en los depósitos aluviales.

Los abanicos aluviales de las planicies presentan permeabilidad variable, y en general funcionan en forma semejante a los basaltos fracturados, esto es, en las partes topográficamente altas, propician la infiltración del agua de lluvia y funcionan como buenos transmisores del agua hacia las mismas rocas del subsuelo que los componen. Esta unidad, en las partes bajas de las planicies, está saturada y contiene al principal acuífero regional.

Las calizas continentales del Terciario están intensamente fracturadas, presentando una buena permeabilidad secundaria, y como están interdigitadas con los abanicos aluviales en el subsuelo, funcionan juntas como una misma unidad hidroestratigráfica acuífera.

Por su lado, las estructuras plegadas que se localizan en la porción norte del área de trabajo, manifiestan permeabilidad de media a alta debida a fracturación. Funcionan en estos sitios como transmisoras del agua infiltrada hacia rocas más profundas, específicamente a los materiales aluviales que las cubren, por lo que debe existir interdependencia entre estas unidades litológicas.

Unidades con permeabilidad media

Las tobas del terciario ígneo cuando se encuentran fracturadas y con cierto grado de alteración, en la que han sido desalojados algunos de sus fragmentos constituyentes, se le considera como de mediana permeabilidad, misma que disminuye cuando las tobas presentan poca alteración. En general se le puede considerar de mediana a baja permeabilidad, funcionando como transmisor del agua infiltrada hacia rocas más profundas del subsuelo donde está formando mesetas, específicamente a los acuíferos aluviales, y en ocasiones como acuíferos de mediana producción cuando se encuentra debajo de la zona de saturación.

Unidades con permeabilidad baja

Las rocas calcáreas y metamórficas localizadas al sur de la zona funcionan como fronteras del acuífero principal debido a su baja permeabilidad; otra frontera localizada al oeste del área, está constituida por las rocas graníticas.

Geología estructural

Como ya se dijo, la zona de estudio se encuentra formada por una serie de flancos de estructuras plegadas, mesetas, planicies y lomeríos graníticos⁽³⁾. Las estructuras plegadas se localizan, una en la porción norte y otra en la porción sur; la primera es un anticlinal erosionado que conserva su flanco noreste y cuyas capas buzcan en el mismo sentido del flanco; las capas corresponden a la Taraises, rocas que manifiestan bajo metamorfismo, bastante fracturadas por lo que propician la infiltración hacia rocas más profundas, y están cubiertas por abanicos aluviales. La estructura del sur también forma parte de un anticlinal con sus capas inclinadas al este, sobreyaciendo a las rocas metamórficas, las cuales funcionan como frontera al flujo del agua subterránea.

Las mesetas están distribuidas por los alrededores de la zona, y están formadas principalmente por tobas líticas de origen riolítico. En el subsuelo están cubiertas por abanicos aluviales.

Las planicies, formadas principalmente por abanicos aluviales, sobreyacen a las tobas riolíticas; en su parte central se localizan las depresiones donde se forman lagunas, que probablemente se encuentran ubicadas en una zona de debilidad que pudiera coincidir con una fractura o una falla

³ Op. Cit. Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona de La Blanca. 1974.

ocasionada por movimientos tectónicos. En estos materiales del Reciente se ha constituido el acuífero principal de la región, especialmente en los depósitos aluviales. El acuífero se encuentra limitado al este y oeste por pilares tectónicos constituidos por rocas metamórficas, calizas y andesitas.

3 Hidrología subterránea

3.1 El acuífero

El acuífero se encuentra limitado al este y oeste por pilares tectónicos constituidos por rocas metamórficas, calizas y andesitas.

El acuífero es de tipo libre en los sedimentos formados por los abanicos y depósitos aluviales, constituidos por gravas, arenas y limos, o sea un medio granular. Puede haber comunicación de estos sedimentos con los depósitos de tobas subyacentes. La principal aportación de agua hacia el acuífero proviene de las partes altas de las sierras, infiltrándose a través de las tobas y abanicos aluviales; otra parte de la lluvia escurre formando arroyos que se infiltran en parte a través de los depósitos fluviales. Un volumen pequeño de la recarga al acuífero proviene de los retornos de riego por el bombeo del mismo acuífero.

Respecto a sus propiedades hidrodinámicas, se interpretaron 27 pruebas de bombeo de corta duración (⁴), obteniendo conductividades hidráulicas de 0.070 a $9.7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

3.2 Niveles del agua subterránea

Para determinar la posición y comportamiento de los niveles piezométricos se cuenta con una red de 91 pozos piloto.

Profundidad del nivel estático

Para 1996 (⁵), las mayores profundidades del agua subterránea se encuentran en las zonas topográficamente más elevadas: al noroeste de la zona, en las cercanías de la población de Pánfilo Natera; asimismo, al sureste, en la comunidad de Santo Tomás Venaditos, localidades donde la profundidad es mayor a los 50 m; al suroeste, en las cercanías de la comunidad de San José de los Llanos, la profundidad del nivel estático varía entre 40 y 50 m, y hacia la porción central las profundidades disminuyen gradualmente hasta valores de 20 m, según se puede ver en la figura 2.

En la porción oeste de la zona, en las comunidades de Tahonas, San Ramón, Las Verdes y Rancho Nuevo, como también al suroeste, en las comunidades de San José de los Llanos y Santa María La Paz; en aprovechamientos someros tipo norias, la profundidad del nivel de agua varía de 5 a 10 m; al este en las comunidades Cerritos del Agua, Bajío de San Nicolás y El Centenario las profundidades oscilan entre 3 y 10 m. Lo somero del nivel del agua se estima que corresponde a un colgado debido al fracturamiento de las rocas en la zona de recarga.

Finalmente, en los alrededores de las lagunas que se ubican en la parte central del valle, el nivel del agua subterránea se encuentra a una profundidad del orden de 5 m, que corresponde de hecho al nivel freático.

⁴ Op. Cit. Estudio Geohidrológico Preliminar de la Zona de La Blanca. 1974.

⁵ Op. Cit. Resumen de condiciones geohidrológicas...1996.

Elevación del nivel estático

La configuración de las curvas de igual elevación del nivel estático muestra un patrón de flujo subterráneo que va de las sierras y lomeríos en forma radial y concéntrica hacia la parte central de la cuenca; inicia con elevaciones máximas de 2 040 msnm hasta llegar a valores de 2 010 msnm, confirmando su carácter de cuenca cerrada.

Evolución del nivel estático

La evolución del nivel estático registrada en el período diciembre de 1989 a noviembre de 1996, o sea que cubre unos 7 años. En términos generales, durante el período se registraron abatimientos variables entre 1 y 8 metros, con un promedio entre 3 a 4 m, equivalentes a 0.43 y 0.57 m/año, respectivamente, indicativos de una incipiente sobre explotación de los acuíferos, fenómeno que se ha acentuado recientemente, tal como se verá en el balance de aguas subterráneas.

3.3 Censo de aprovechamientos e hidrometría

El censo de aprovechamientos ⁽⁶⁾ revela la existencia de 524 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales 514 se encuentran activos y 10 fuera de operación.

De los aprovechamientos activos 400 son pozos y 114 norias; asimismo, 362 pozos y 108 norias son utilizados con fines agrícolas, 27 pozos para uso público urbano, 10 pozos para uso combinado doméstico-abrevadero y 1 para industrial.

La principal actividad es la agricultura, para este uso se extrae un volumen de 24.45 Mm³/año, siguiéndole en importancia el uso público urbano con 4.2 Mm³/año, después el uso doméstico abrevadero con 0.8 Mm³/año y por último el industrial con un volumen de 0.05 Mm³/año.

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:

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

⁶ Op. Cit. Resumen de Condiciones Geohidrológicas en los Acuíferos del estado de Zacatecas. 1998.

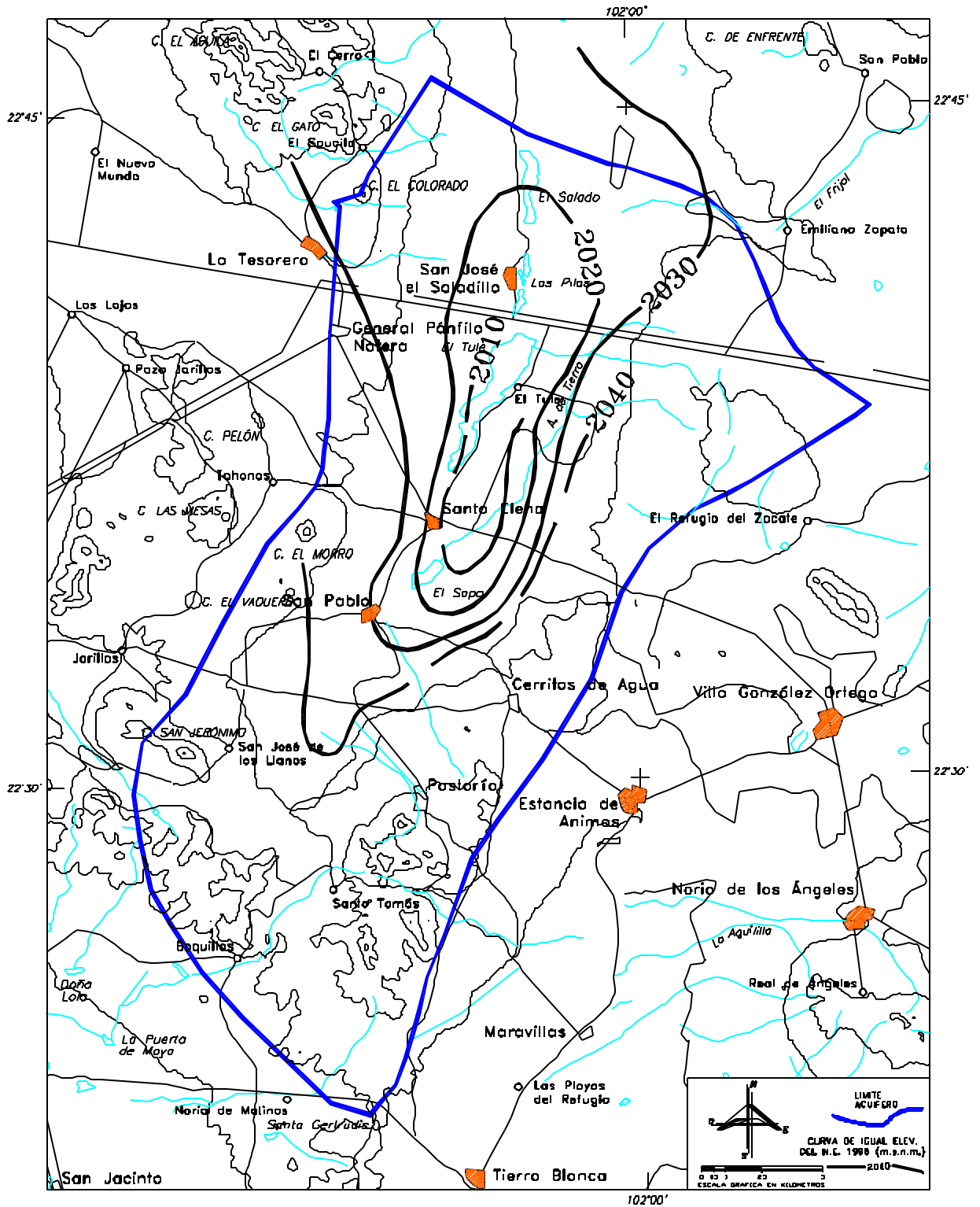


Figura 3 Elevación de los niveles estáticos. 1996

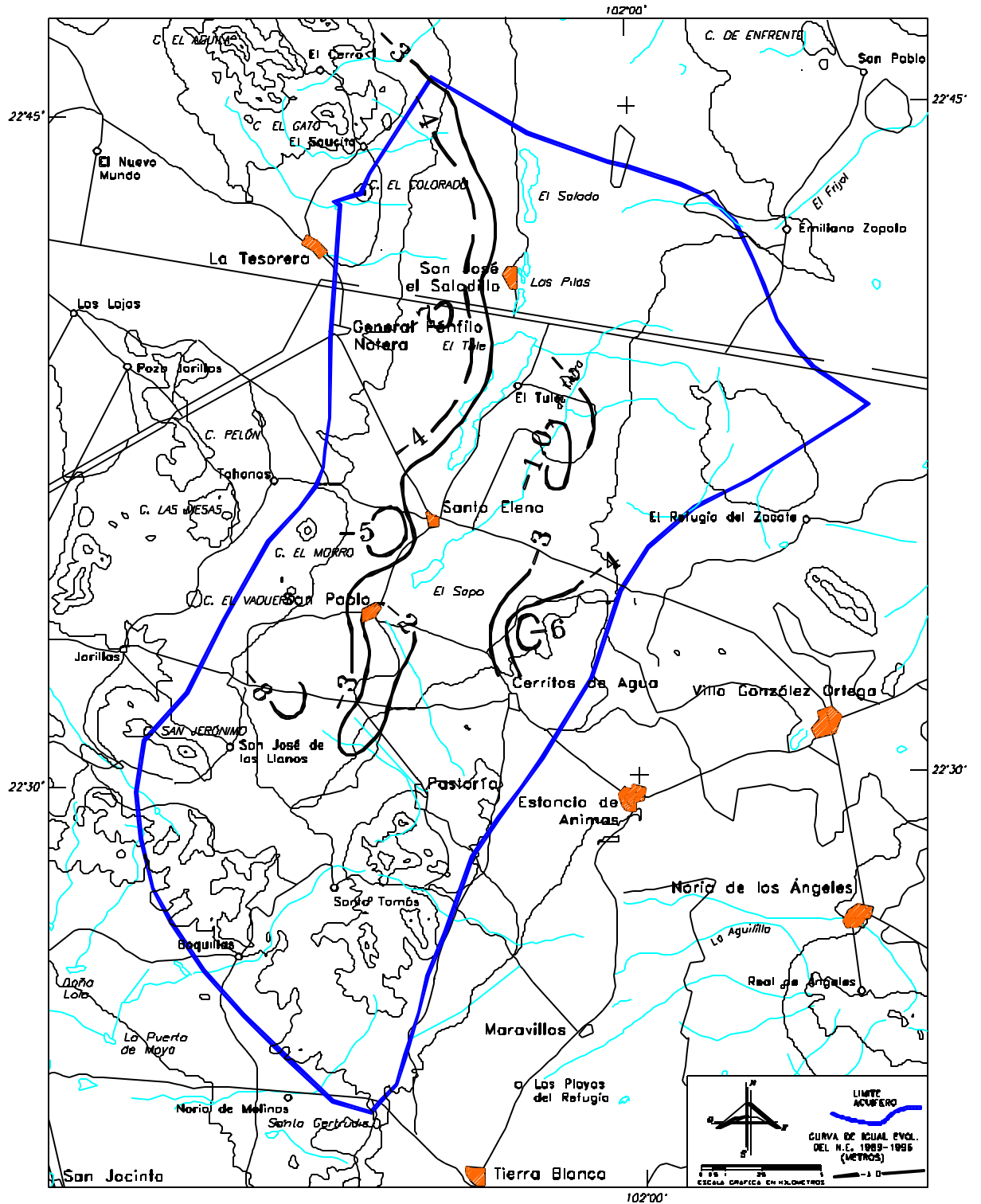


Figura 4 Evolución del nivel estático 1989-1996

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 de una unidad hidrogeológica, queda como sigue:

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

4.2 Recarga

La recarga al acuífero proviene principalmente por infiltración de la lluvia y escurrimientos superficiales, y otro poco por las entradas horizontales en el perímetro de la cuenca y por la recarga inducida por las actividades agrícolas.

La recarga natural considerada como la suma de la infiltración del agua de lluvia más el flujo subterráneo proveniente de las zonas montañosas que rodean al valle, se ha calculado en 16.6 Mm³/año. Para el agua de lluvia se consideró un área de valle de 281 km², una precipitación de 407 mm y un coeficiente de infiltración de 0.1, lo que da como resultado una recarga natural de 11.4 Mm³/año. La recarga horizontal por flujo lateral es de 5.2 Mm³/año.

La recarga inducida por los uso agrícola principalmente y público urbano, se estimó en 3.8 Mm³/año.

4.3 Descarga

Las descargas artificiales representadas por la extracción de agua subterránea mediante pozos se ha calculado en 29.5 Mm³/año. No se consideraron salidas por flujo subterráneo. Tampoco se consideraron salidas por evapotranspiración ya que las profundidades de los niveles de agua subterránea se encuentran por debajo de los 20 m; en la laguna El Tule ocurre una evaporación, pero se considera que esta agua proviene del escurrimiento superficial.

4.4 Cambio de almacenamiento

Debido a que se tienen 20.5 Mm³/año de recarga al acuífero y 29.5 Mm³/año de descargas totales al año se tiene que el acuífero tiene un cambio de almacenamiento de -9 Mm³/año, el balance se presenta en la tabla 2.

Tabla 2 Balance de aguas subterráneas

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, ACUÍFERO LA BLANCA, ZAC.				1996
Área total del acuífero			km ²	587
RECARGA TOTAL				
Recarga natural por lluvia	Área de valle		km ²	281
	Coefficiente	I ₁		0.10
	Precipitación		mm/año	407.0
			M m ³ /año	11.4
Entradas horizontales		Eh	M m ³ /año	5.2
Total de recarga natural			M m ³ /año	16.6
Recarga inducida P.U.	Público Urbano		I ₂	0.20
			M m ³ /año	0.8
Recarga inducida Agrícola + otros	Agrícola más otros agua subterránea		I ₃	0.12
			M m ³ /año	3.0
RECARGA TOTAL			Rt	20.5
DESCARGA TOTAL				
Salidas horizontales			Sh	M m ³ /año
Caudal base			Q _{base}	M m ³ /año
Evapotranspiración				M m ³ /año
	508	Extracción total		M m ³ /año
	470	Agrícola		M m ³ /año
	27	Público urbano		M m ³ /año
	1	Industrial		M m ³ /año
	10	Otros		M m ³ /año
DESCARGA TOTAL				29.5
Cambio de almacenamiento			DA	M m ³ /año
Coeficiente de almacenamiento			S	0.05354
Volumen drenado (0.6 m/año)			Vd	M m ³ /año
				169

5 Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas se aplica el procedimiento establecido en la Norma ⁽⁷⁾, que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales.

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

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

5.1 Recarga total media anual

La recarga total media anual, calculada como la suma de la recarga natural (16.6 Mm³/año) más la recarga inducida (3.8 Mm³/año), arroja un valor de 20.5 Mm³/año.

⁷ Norma

5.2 Descarga natural comprometida

Este concepto está integrado por los volúmenes captados para diferentes usos en los manantiales, el flujo subterráneo que constituye un aporte importante hacia otros acuíferos, y una parte importante del flujo base. Para el caso del acuífero La Blanca, dado que el esquema de flujo subterráneo es concéntrico hacia el centro del valle, se consideró que no existen descargas naturales del acuífero.

5.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

El volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), al 30 de abril de 2002, consiste en 25,634,013 m³/año.

5.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la "Norma que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales" se obtiene de restar a la recarga total los volúmenes de la descarga natural comprometida y el volumen concesionado e inscrito en el REPDA, de esta forma la disponibilidad es de -5'134,013 m³/año.

$$-5'134,013 = 20'500,000 - 0 - 25,634,013$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero de La Blanca, Zac.