



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO SAN FERNANDO-SAN AGUSTÍN (0230),
ESTADO DE BAJA CALIFORNIA**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1. GENERALIDADES	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización	2
1.2 Situación administrativa del acuífero	4
2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD	5
3. FISIOGRAFÍA.....	6
3.1 Provincia fisiográfica	6
3.2 Clima	7
3.3 Hidrografía.....	7
3.4 Geomorfología.....	8
4. GEOLOGÍA.....	9
4.1 Estratigrafía	10
4.2 Geología estructural	13
4.3 Geología del subsuelo.....	13
5. HIDROGEOLOGÍA.....	14
5.1 Tipo de acuífero.....	14
5.2 Parámetros hidráulicos	14
5.3 Piezometría.....	15
5.4 Comportamiento hidráulico.....	15
5.4.1 Profundidad al nivel estático.....	15
5.4.2 Elevación del nivel estático.....	16
5.4.3 Evolución del nivel estático	18
5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea	18
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA	19
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	19
7.1 Entradas.....	21
7.1.1 Recarga vertical (Rv).....	21
7.1.2 Entrada por flujo horizontal (Eh)	21
7.2 Salidas	25
7.2.1 Evapotranspiración (ETR).....	25
7.2.2 Bombeo (B)	26
7.2.3 Salidas por flujo horizontal (Sh).....	27
7.3 Cambio de almacenamiento (ΔVS)	27
8. DISPONIBILIDAD	28
8.1 Recarga total media anual (R).....	28
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	28
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	29
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	29
9. BIBLIOGRAFÍA	31

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 San Fernando-San Agustín con la clave 0230 por la Comisión Nacional del Agua, comprende una superficie aproximada de 2,648 km² (figura 1). Geográficamente se encuentra entre los 30°13'28.2" y 29°38'31.8" de latitud norte, y entre los 115°46'43.3" y 114°43'35.9" de longitud oeste. Colinda al nor-noreste con los acuíferos El Rosario y El Huerfanito y al sur-sureste con los acuíferos Punta Canoas y Santa Catarina.

Geopolíticamente se encuentra ubicado en los poblados Ejidos Abelardo L. Rodríguez, Pénjamo, El Cañoncito, Guayaquil, El Águila, Santa Teresa, Revolución, Rancho La Bachata, El Mármol y el Arenoso.



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 0230 SAN FERNANDO-SAN AGUSTIN							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	115	46	43.3	29	57	23.7	
2	115	42	40.7	29	59	42.0	
3	115	35	23.8	30	0	58.6	
4	115	26	33.3	30	3	19.6	
5	115	23	16.7	30	5	5.0	
6	115	21	27.7	30	2	58.0	
7	115	16	4.5	30	3	46.6	
8	115	10	26.9	30	1	16.3	
9	115	6	14.8	30	6	39.0	
10	114	54	41.8	30	13	28.2	
11	114	51	41.2	30	9	49.5	
12	114	52	43.5	30	4	34.4	
13	114	50	30.9	30	4	55.5	
14	114	48	13.3	30	4	5.3	
15	114	43	35.9	29	53	14.4	
16	114	51	26.0	29	51	50.1	
17	114	58	35.0	29	51	3.9	
18	115	2	2.7	29	53	33.4	
19	115	7	50.4	29	53	39.4	
20	115	17	13.8	29	51	34.7	
21	115	21	3.5	29	47	42.1	
22	115	28	33.3	29	42	58.6	
23	115	32	14.8	29	38	318	DEL 23 AL 1 POR LA LINEA DE BAJ AMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	115	46	43.3	29	57	23.7	

1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero San Fernando-San Agustín pertenece al Organismo de Cuenca I Península de Baja California y su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del “Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en el Estado de Baja California”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 1965. Clasificado como tipo III que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. Los usos principales del agua subterránea son agropecuario y doméstico.

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

No existe información hidrogeológica del acuífero San Fernando-San Agustín aunque la Secretaría de Recursos Hidráulicos realizó perforaciones de pozos en 1973 con la finalidad de obtener información piezométrica e hidrogeoquímica a partir de pruebas de bombeo.

Con base a un análisis de 1981 se estima que de los 36 aprovechamientos, el 20% corresponde agua de buena calidad, la cual se emplea como potable; el 44% a mediana calidad y el 36% a agua de mala calidad.

Esta distribución sobre calidad de agua se refiere a la aplicación que se ha establecido para las zonas áridas del Norte de México, donde se considera que un agua de buena calidad es aquella que contiene hasta 1000 ppm en sólidos totales, disueltos y menos de 250 ppm en sulfatos; agua de mediana calidad es la que contiene entre 1000 y 2000 ppm en sólidos totales disueltos y menos de 250 ppm en sulfatos, y el agua de mala calidad aquella que contiene más de 2000 ppm de sólidos totales disueltos e igual o más de 250 ppm en sulfatos. También se utilizó la información de ocho estaciones para determinar el régimen pluviométrico. La precipitación varía entre 91 mm para la zona El progreso (San Fernando) y 182 mm para San Juan de Dios Sur, su lámina de evaporación media anual oscila entre 1193 mm para la Zona El Rosario y 2333 mm para Llanos de San Agustín. La temperatura media anual de la zona corresponde a 18. 2° C.

CENSO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES EN LA ZONA LLANOS DE SAN AGUSTÍN. En 1981 por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en su Dirección de Geohidrología y se contaron 45 aprovechamientos, 29 norias, 2 manantiales y 14 pozos.

ESTUDIO DE PROSPECCIÓN Y LEVANTAMIENTOS GEOLÓGICOS Y GEOFÍSICOS EN LA ZONA DE LOS LLANOS DE SAN AGUSTÍN, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA. En 1987 por la compañía INGENIO S.A., se efectuaron dos perfiles geofísicos transversales al cañón de San Vicente.

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia fisiográfica

El área corresponde a la Provincia Fisiográfica de las Sierras de Baja California y Subprovincia de la Sierra Volcánica (Manuel Álvarez Jr.), localmente se caracteriza por exhibir un relieve abrupto conformado por Sierras de distribución irregular, con elevaciones que llegan a más de 1000 msnm en la mesa El Mármol y sobresalen en general entre 100 y 200 metros de las partes más bajas ocupadas por los cañones San Fernando y San Vicente. Dentro de las principales elevaciones se pueden citar: La mesa El Mármol, que se encuentra cubierta por basaltos de color negro que sobreyacen a rocas sedimentarias formadas por areniscas. En este extremo se encuentran también algunas mesetas alargadas formadas por tobas riolíticas. Los cerros Prieto y La Bachata, se encuentran representados principalmente por microgranitos y granodioritas.

Los cerros San Fernando, San Pedro y San Pablo, se encuentran coronadas por rocas granodioríticas, conjuntamente forman un amplio cuerpo de rocas intrusivas fracturadas.

El cerro Santa Teresa, es ocupado por pórfidos riodacíticos y rocas granodioríticas. El cerro El Roñoso, consiste de un granito gráfico muy fracturado. El cerro El Arenoso, se localiza en la porción norte de área en la zona donde afloran con mayor amplitud las rocas intrusivas cuya composición varía de granodiorita a tonalita. La mesa San Carlos, ocupa la mayor extensión de afloramiento de las rocas basálticas del área.

En el cerro La Turquesa y sus alrededores, las rocas calizas forman generalmente cordones alargados plegados. La mesa el Rosario, se encuentra formada por conglomerados del Paleógeno-Neógeno con elevaciones variables de 300 msnm.

Los llanos de San Agustín y el valle El Roñoso, se caracterizan por exhibir principalmente conglomerados del Paleógeno-Neógeno, con algunas porciones de sedimentos aluviales depositados por las diferentes corrientes que las atraviesan, destacando entre otros los arroyos San Fernando y Los Torotes. Los sedimentos aluviales se encuentran mejor expuestos a lo largo de los cañones San Fernando y San Vicente y sobre las corrientes secundarias que los alimentan.

3.2 Clima

De acuerdo al sistema de clasificación climatológica de Köppen, modificado por E. García (1964) para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana, se tiene que el área presenta a nivel regional, las variantes se describen a continuación:

Bw: Clima muy seco o desértico. k: Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18° C, la del mes más frío entre -3 y 18° C, la del mes más caliente a 18° C. **h:** Semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22° C y la del mes más frío menor de 18° C. **s:** Régimen de lluvias de invierno. **(e):** Extremoso con oscilaciones térmicas entre 7 y 14° C **(e')**: Muy extremoso con oscilaciones térmicas mayores de 14° C.

De acuerdo con este criterio, regionalmente predomina el clima de tipo muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, régimen de lluvias de invierno, con variaciones de extremoso a muy extremoso a la altura de Llanos de San Agustín, temperatura media anual de 19° C y precipitación media de 136.2 mm al año.

La mayor precipitación total anual fue en 1978 del periodo 1954-2007, con un valor de 557 mm, en tanto que el año en que se registró la menor precipitación total anual fue en 2007, con un valor del orden de los 0 mm. La estación climatológica de El Progreso, para el periodo de 1954-2007 indica una temperatura media anual de 19° C.

3.3 Hidrografía

El acuífero de San Fernando-San Agustín comprende la cuenca hidrográfica de San Fernando y la subcuenca del cañón San Vicente. La primera se encuentra formada por los llanos de San Agustín, El Roñoso y el cañón San Fernando y la segunda por el arroyo San Vicente. Los llanos de San Agustín se encuentran irrigados por una serie de arroyos que bajan de la sierra Santa Isabel, los cuales ya integrados forman el arroyo San Fernando que corre de oriente a poniente, capta en época de lluvias a la altura de San Agustín, los arroyos San Simón y Agua Dulce, recibiendo entre los poblados Guayaquil y El Águila, el arroyo El Roñoso.

El arroyo Los Torotes atraviesa el valle El Roñoso y junta el drenaje de diferentes arroyos que irrigan dicho valle, se une al arroyo San Fernando entre los poblados El Progreso y la Misión de San Fernando. A partir de este último, amplía su cauce corriendo al suroeste, da forma al cañón San Fernando y desemboca en el Océano Pacífico.

Su cauce tiene unos 115 km de longitud máxima y la cuenca hasta su desembocadura mide 1728 km².

El arroyo San Vicente que corre por el cañón San Vicente sensiblemente paralelo al cañón San Fernando, recibe en época de lluvias las aguas de diferentes arroyos que se desprenden de la mesa La Sepultura, La Sierrita y cerro El Venado, desembocando sus aguas al Océano Pacífico, unos 6 km al norte de Punta San Antonio. Su cauce se desarrolla longitudinalmente por unos 55 km midiendo su cuenca 553 km², hasta su desembocadura. Todos los arroyos que existen en el área son de régimen intermitente, ya que sólo conducen agua durante el período de lluvias o en época de ciclones, cuando perturbaciones de este tipo pasan por la península.

3.4 Geomorfología

El acuífero San Fernando-San Agustín se encuentra enmarcado, por un conjunto de Sierras y Valles producto de procesos tectónicos, sus formas son principalmente rectangulares en las que su eje mayor está orientado de Norte a Sur. Ubicando así tres unidades geomorfológicas:

- Sierras con elevaciones mayores a 250 msnm.
- Lomeríos de moderada a escasa elevación, 10 a 200 msnm.
- Planicie costera, con una pendiente menor al 1% dirigida hacia el litoral.

La sierra de San Pedro Mártir, ubicada en la porción Occidental de la subprovincia del delta del Río Colorado, tiene una longitud aproximada de 32.5 km y una amplitud de 11.25 km. Presenta pendientes relativamente suaves en su porción Oeste haciéndose más abrupta hacia el Este, está constituida por un cuerpo batolítico de composición granítica y en menores proporciones por rocas metamórficas; las elevaciones máximas que alcanza son de 2800 msnm y su orientación general es de 25 grados al Noroeste.

La Sierra de Santa Isabel, está localizada en la porción Sur-central de la subprovincia; constituida principalmente por tobas de composición ácida y derrames aislados de composición basáltica. Alcanza elevaciones de 1240 msnm, con una orientación aproximada Norte-Sur., y con una longitud de 50 km y una amplitud de 37.5 km.

4. GEOLOGÍA

Los principales afloramientos de la zona están representados por rocas sedimentarias de origen marino y fluvial, en menor proporción por rocas ígneas intrusivas (granodioritas y tonalita) y por rocas extrusivas (basaltos). Las unidades de roca que afloran en la zona estratigráficamente varían del Mesozoico inferior al reciente. La base de la secuencia Mesozoica está representada por una unidad metasedimentaria de probable edad Triásico o Jurásico tardío, sobre la cual se encuentra la Formación Alisitos con sus miembros volcánicos y volcano-sedimentarios de edad Cretácico inferior. El Cretácico medio está representado por una serie de intrusiones batolíticas de diversa composición, predominando la tonalítica-granodiorítica. El Cretácico superior se representa a su vez por rocas sedimentarias de origen marino y continental formando parte de la formación rosario. Las formaciones correspondientes al Paleógeno-Neógeno la constituyen Tepetate, Comondú y Salada, el cuaternario también está presente y se reconoce por las unidades formacionales de carácter aluvial y de piedemonte (figura 2).

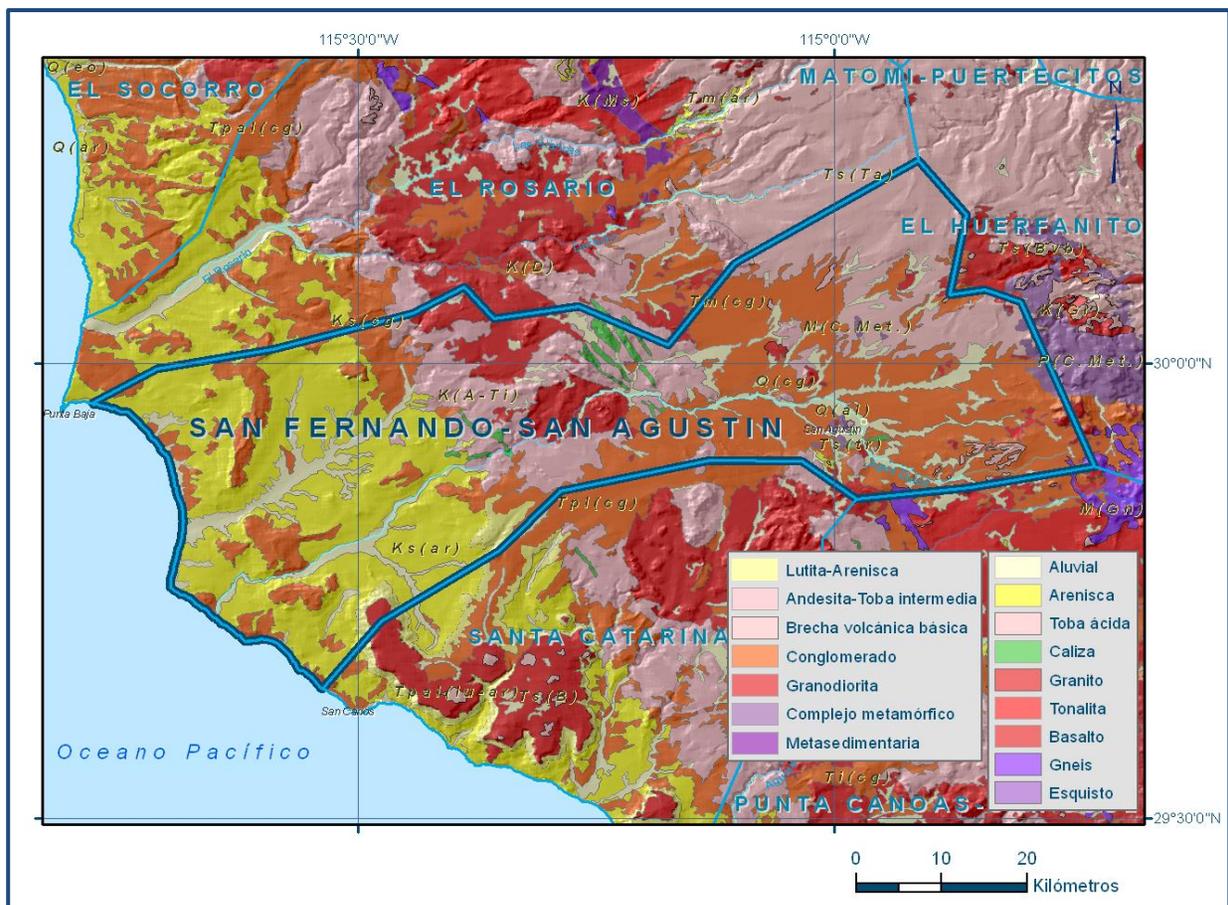


Figura 2. Geología general del acuífero

4.1 Estratigrafía

Complejo Metamórfico Paleozoico. Está constituido por mármol, esquisto y gneis generados por dinamometamorfismo de alto grado en rocas sedimentarias.

Esta unidad representa el basamento regional de la península, con presencia de fósiles en metareniscas y en calizas levemente metamorfizadas, que sitúan a esta unidad dentro del Mississípico-Pensilvánico. Morfológicamente forma lomeríos de pendiente suave, en ocasiones interrumpidos por pequeños escarpes.

Formación El Indio (Tr-M): La conforma una secuencia metasedimentaria que sobreyace discordantemente a la Formación Zamora y El Volcán, y está constituida por esquistos, filitas, metaconglomerados, calizas, areniscas, pizarras y mármol que afloran al norte de la mesa El Mármol, en el límite nor-noreste del acuífero.

Formación Alisitos (Krm): Está constituida por una serie de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias; las primeras de composición dasoandesítica mientras que las rocas sedimentarias están constituidas por la denudación de las rocas volcánicas y volcanoclásticas, están afectadas por un proceso de dinamometamorfismo el cual va disminuyendo de oriente a poniente. Se encuentra coronando a las rocas de edad Triásico-Jurásico en forma discordante; con un espesor máximo de 5000 m.

Batolito Cretácico de Baja California (Kr): Grupo de cuerpos intrusivos de composición granítico-tonalítica-granodiorítica, que localmente están constituidos por plutones de diorita y gabro. Estos, se encuentran afectando a las formaciones San Hipólito y Alisitos produciendo en estos halos de metamorfismo.

Esta unidad conforma al cinturón batolítico que ha dividido a las rocas del Cretácico y Jurásico como rocas post y pre batolíticas respectivamente.

Rocas intrusivas (Kgr, Km). La unidad (Kgr) incluye a granitos, granodioritas, dioritas y tonalitas; a los primeros de la variedad muscovita, de color gris claro con tonos rojizos, se les encuentran muy fracturados y disgregados.

Las granodioritas y tonalitas son de textura holocristalina, equigranular de grano grueso, de color gris claro con tonos blanquecinos, exhibiendo desarrollo pegmatítico con abundantes fenocristales de ortoclasa, muscovita y turmalina. La diorita es de color gris oscuro verdoso, de textura fanerítica de grano medio con cristales de hornblenda en gran cantidad y biotita. Dichas rocas intemperizan en forma esferoidal poco fracturadas, siendo común encontrar bloques de más de 4 metros de diámetro. La unidad (Km) representa a cuerpos de monzonita medianamente fracturados.

Estas unidades litológicas afloran en la parte central del área conforme a una ancha faja orientada de nor-noroeste a sur-sureste, con abundante fracturamiento. Estas rocas intrusivas se encuentran atravesando a las unidades metasedimentarias prebatolíticas y subyacen a las diferentes unidades del cenozoico.

Rocas Marinas-Continetales (Klmar). Con este símbolo se designa a aquellos depósitos tanto marinos como continentales, correspondientes al Cretácico Superior. Los depósitos marinos se correlacionan según Beal (1948), con la formación Rosario, consiste en limolitas, areniscas y conglomerados polimícticos.

Las areniscas contienen capas delgadas de madera carbonizada y carbón, capas locales gruesas de arcillas color castaño oscuro, en un espesor mayor a los 750 metros. Regionalmente los afloramientos se observan a lo largo de la costa occidental de la parte norte de la península, desde Rosario hasta el sur de Punta Las Canoas.

Cenozoico. Unidades de edad Paleógeno-Neógeno se identifican en el área, representadas por las formaciones Tepetate, Comondú y Salada. El cuaternario también está presente y se identifica por unidades formacionales de carácter aluvial y de piemonte.

Mioceno (Tar). La unidad consiste fundamentalmente de areniscas de grano medio a grueso, sin fósiles, poco cementada y en algunos lugares conglomerática, constituida principalmente de fragmentos de roca, cuarzo y feldespatos; la cual en algunos afloramientos intemperiza en forma esferoidal.

Neógeno. La unidad (Tr) consiste en gran porción de tobas y brechas riolíticas, con abundante pumicita y cristales rotos de cuarzo. Las tobas son líticas de tonos rosáceos y en algunos lugares presentan estructura columnar.

Hacia el occidente la secuencia continúa predominantemente pumítica, pero se encuentran intercalaciones de tobas arenosas de composición algo más intermedia, coronadas por derrames dacíticos o riolíticos son más bien escasos y en varias secciones no aparecen en lo absoluto. El espesor de las unidades se estima que puede variar entre 100 y 600 metros.

La unidad (Tb) Está formada por gran cantidad de derrames basálticos y acumulaciones locales de brechas y tobas básicas. El basalto varía en su composición, siendo el de olivino el más extendido, aún cuando en algunas áreas se presenta de labradorita. La estructura más común es la vesicular pero localmente se encuentran estructuras columnares. Los derrames constituyen amplias mesetas, en contraste con las tobas y brechas que son comúnmente de dimensiones reducidas; las formas cónicas señalan los conductos de efusión de lavas y flujo piroclástico. El espesor de esta unidad varía desde unos 10 metros o menos en aquellos lugares donde sólo se encuentra un derrame hasta cerca de 200 metros donde se acumularon varios de ellos sucesivamente.

Plioceno (Tar-cg, Tcg). Se incluyen en la unidad del Plioceno, tanto rocas marinas como continentales que afloran en el área. Los estratos marinos de esta época han sido generalmente denominados “Formación Salada”, definida por Dal en 1898. La litología de la unidad (Tar-cg) consiste de areniscas de grano medio a fino, areniscas calcáreas y conglomerados costeros formados por fragmentos de rocas volcánicas, incluidos en una matriz limosa o arcillosa con muy poco cementante, por lo que se desmoronan fácilmente con el golpe del martillo.

La litología de la unidad (Tcg) se constituye básicamente de conglomerados poco clasificados, mal cementados, con poca tenacidad, derivados de todas las rocas de unidades más antiguas incluidas en una matriz arenosa. Se encuentran preferentemente rellenando las partes bajas de Valles intermontanos. El espesor de los estratos marinos de esta unidad se aproxima a 50 metros, con rápidos cambios laterales, y se van acuñando hacia el continente hasta desaparecer. Las rocas continentales varían considerablemente de espesor, reduciéndose a cero hacia las sierras y engrosando hacia el centro de los valles, con espesor máximo considerado del orden de los 60 metros.

Aluviales (Qal): Incluye a los depósitos aluviales y de piemonte del área, constituidos por arenas de grano medio a grueso y por gravas bien graduadas. Los clastos provienen de rocas ígneas y metamórficas, con fragmentos de cuarzo lechosos, feldspatos y micas. Su espesor no se conoce.

4.2 Geología estructural

El área está afectada por fracturamiento, fallamiento y plegamiento en rocas sedimentarias. Las fallas son principalmente de tipo normal, cuya representación fisiográfica es la sierra de San Pedro Mártir; existen algunas fallas de desplazamiento horizontal, representadas por el cañón San Fernando.

De acuerdo con las rocas que son afectadas por el fallamiento, se considera que las estructuras son de edad pre-miocénica, con sentidos de movimiento horizontal (izquierdo) para el primer sistema de esfuerzos y de tipo vertical (normal), principalmente para el sistema post-miocénico.

4.3 Geología del subsuelo

De acuerdo con la interpretación de la resistividad obtenida de los sondeos eléctricos verticales, realizados en el área se definen las características del material que se presenta en el subsuelo, obteniendo 3 unidades geoeléctricas que de la base a la cima están agrupadas como:

Unidad Impermeable: representada por rocas ígneas como gabro, granito y rocas volcánicas no diferenciadas, así como por rocas sedimentarias como areniscas y lutitas de la Formación Rosario, dicha formación se localiza en las partes altas de la cuenca en las sierras que circundan al valle limitándose lateralmente y a profundidad.

Unidad Semipermeable: la constituyen conglomerados poco consolidados, depósitos fluviales y rocas volcánicas extrusivas del Paleógeno-Neógeno de origen continental y por conglomerados de la Formación Rosario. Debido a su distribución localizada principalmente al oriente en la parte alta de la cuenca, se reduce su importancia geohidrológica.

Unidad Permeable: constituida por depósitos granulares del Cuaternario, integrado por gravas, arenas y material arcillo-arenoso originados por la erosión de formaciones preexistentes, transportadas de las partes altas de la cuenca, por las corrientes a las zonas topográficamente bajas, en las que se ubica la zona de explotación.

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Tipo de acuífero

El acuífero es de **tipo libre** donde las unidades permeables actúan como acuíferos o zonas de recarga, las unidades impermeables en cambio sirven de barrera de flujo del agua subterránea. Las unidades de roca que afloran en el área varían del mesozoico inferior al reciente por lo que la mayor parte del terreno dentro del área se encuentra cubierta por rocas de baja permeabilidad, correlacionables con la formación Alisitos y otras rocas que por sus características litológicas y estructurales actúan como impermeables.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los depósitos constituidos básicamente por areniscas de grano medio a grueso, poco cementadas se le considera como el acuífero potencial con mayores posibilidades para la prospección y alumbramiento de agua para la región, siendo su espesor del orden de los 100 m y aflorando de manera errática en los lugares donde se encuentra cubierta por rocas volcánicas superiores o por los depósitos aluviales.

La unidad compuesta básicamente de areniscas de grano medio a fino, areniscas calcáreas y conglomerados poco clasificados, mal cementados, incluidos en una matriz con muy poco cementante, se le considera otro de los acuíferos con posibilidades de exploración y explotación del agua subterránea, siendo su espesor del orden de los 60 metros.

A los depósitos aluviales recientes constituidos por arenas y gravas bien graduadas que forman planicies aluviales y rellenos fluviales, se les considera como un acuífero con posibilidades de extracción de gastos pequeños a medianos cuyo espesor variable posiblemente no exceda a los 30 m en la mayoría de los casos.

5.2 Parámetros hidráulicos

Un estudio geohidrológico efectuado en la zona reporta que debido a las condiciones de uso, equipamiento y disponibilidad de los aprovechamientos y de los usuarios, sólo se realizaron cuatro pruebas de bombeo siendo tres en el Ejido Nuevo Rosarito y uno en el Ejido Guayaquil en los cuales, se determinaron los siguientes parámetros físicos e hidráulicos:

Tabla 2. Parámetros Hidráulicos

MATERIAL	POZOS	T
Arenas de grano medio a grueso y gravillas	PBCESA-1	5.84E-05
Arenas de grano fino y arcillas	PBCESA-2	1.19E-04
Arenas de grano fino	POZO SAN AGUSTÍN	2.21E-03
Arenas de grano fino a medio	PBCEGA-1	3.72E-03

5.3 Piezometría

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, se cuenta con la información recabada como parte de las actividades del estudio realizado en 2008.

5.4 Comportamiento hidráulico

5.4.1 Profundidad al nivel estático

De acuerdo a la configuración realizada con los datos obtenidos para el estudio del 2008 se observa que la profundidad varía entre 3 y 5 m, localizándose las mayores profundidades en la porción noreste del Valle de San Agustín, observándose así una variación gradual del nivel piezométrico hacia la costa. Las configuraciones se realizaron para tres áreas de balance debido a que están delimitadas por estructuras impermeables que impiden la secuencia uniforme del flujo subterráneo (figuras 3 y 4).

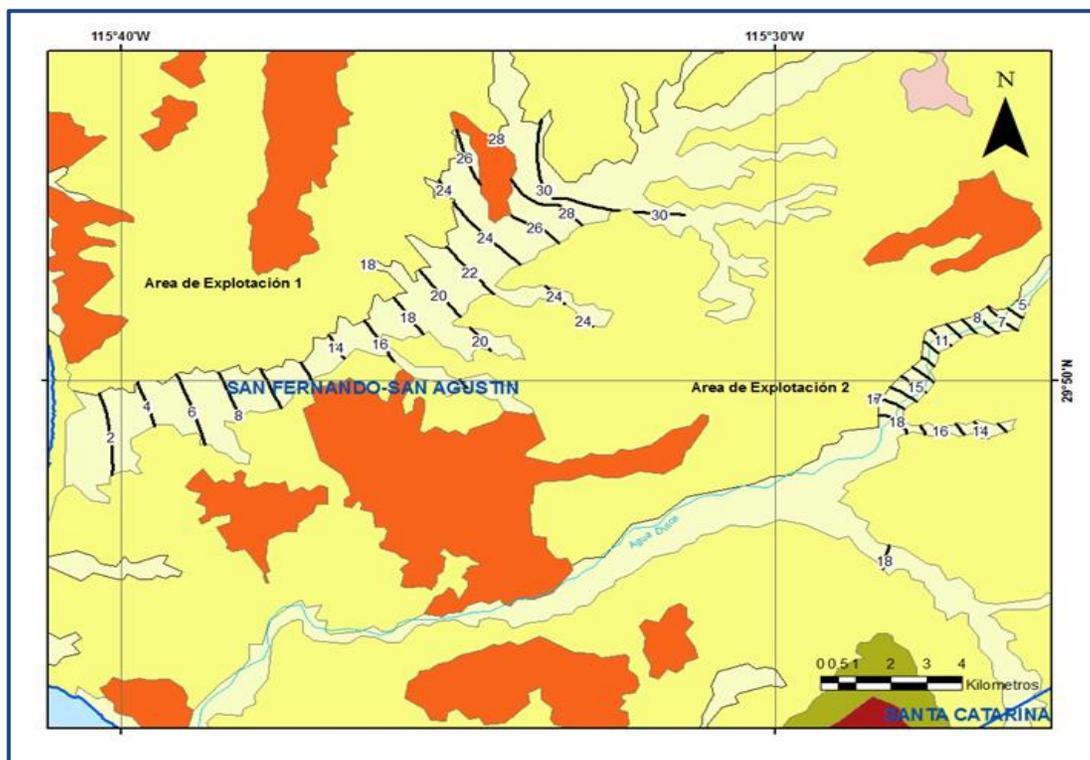


Figura 3. Profundidad al nivel estático en m, Área de Explotación 1 Y 2, (2008)

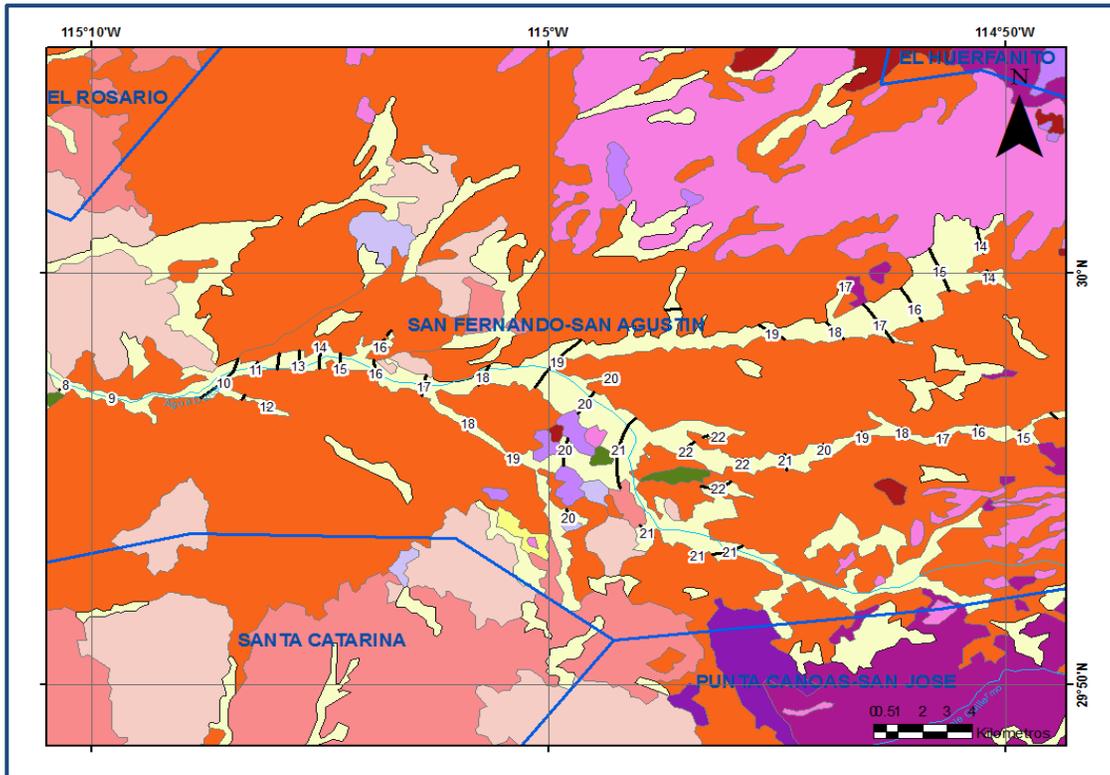


Figura 4. Profundidad al nivel estático en m, Área de Explotación 3. (2008)

5.4.2 Elevación del nivel estático

La configuración para el análisis en cuanto a la elevación del nivel estático (figuras 5 a 7) indica que hay una variación en el nivel del agua de 2 y 5 msnm, observándose en la porción centro occidental así como en la parte sur de San Agustín las mayores elevaciones, y un descenso gradual hacia la parte de la costa con valores de 0.20 msnm, esto al suroeste de San Fernando.

Estableciendo así que la dirección del agua subterránea va desde las partes más altas localizadas al oriente de la Sierra hacia la parte de la costa. Por lo que se considera que hay descarga de agua subterránea hacia el mar.

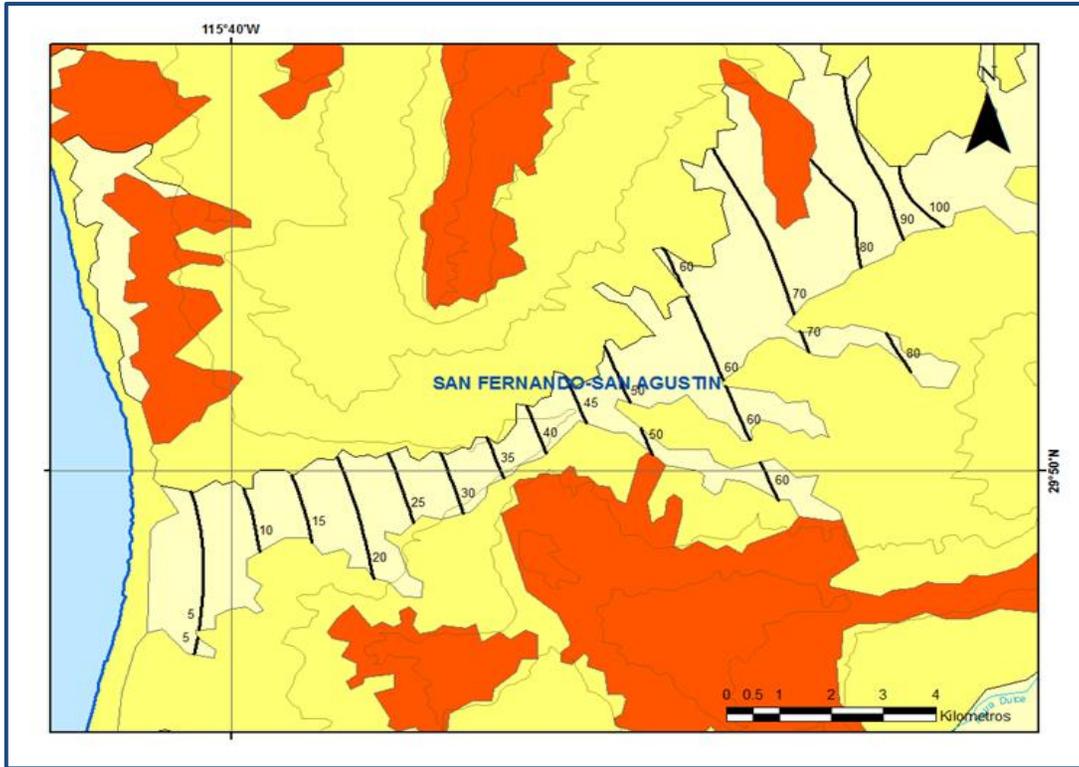


Figura 5. Elevación del nivel estático en msnm, Área de Explotación 1, (2008)

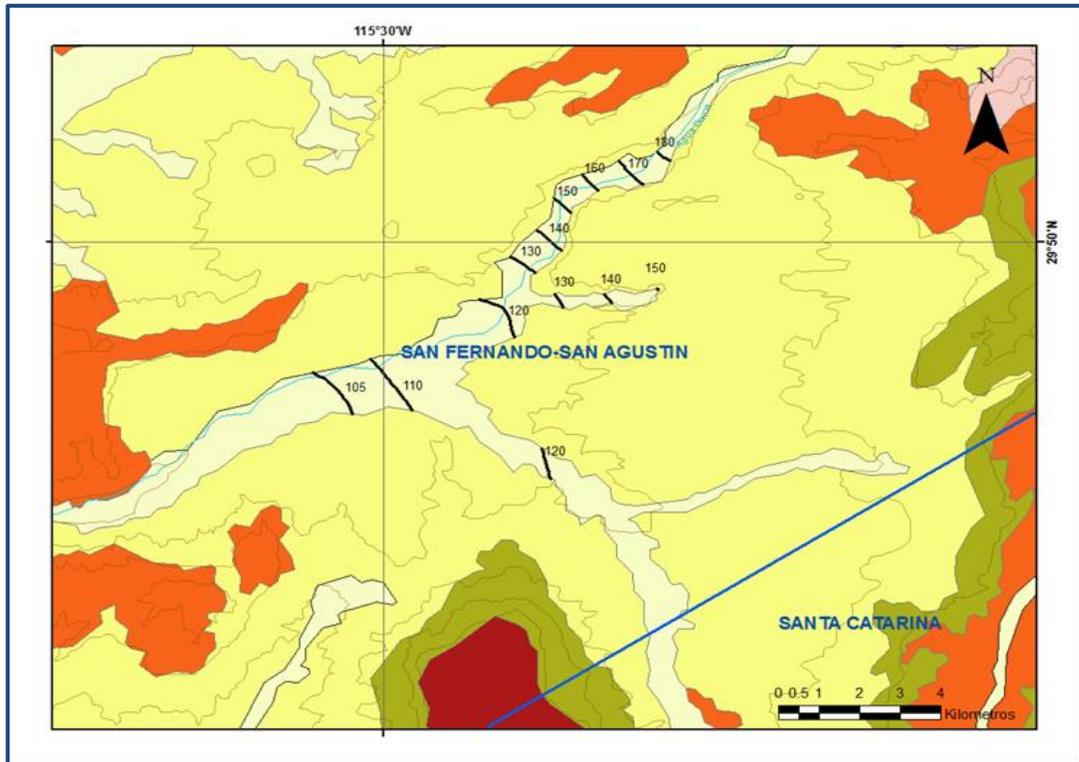


Figura 6. Elevación del nivel estático en msnm, Área de Explotación 2, (2008)

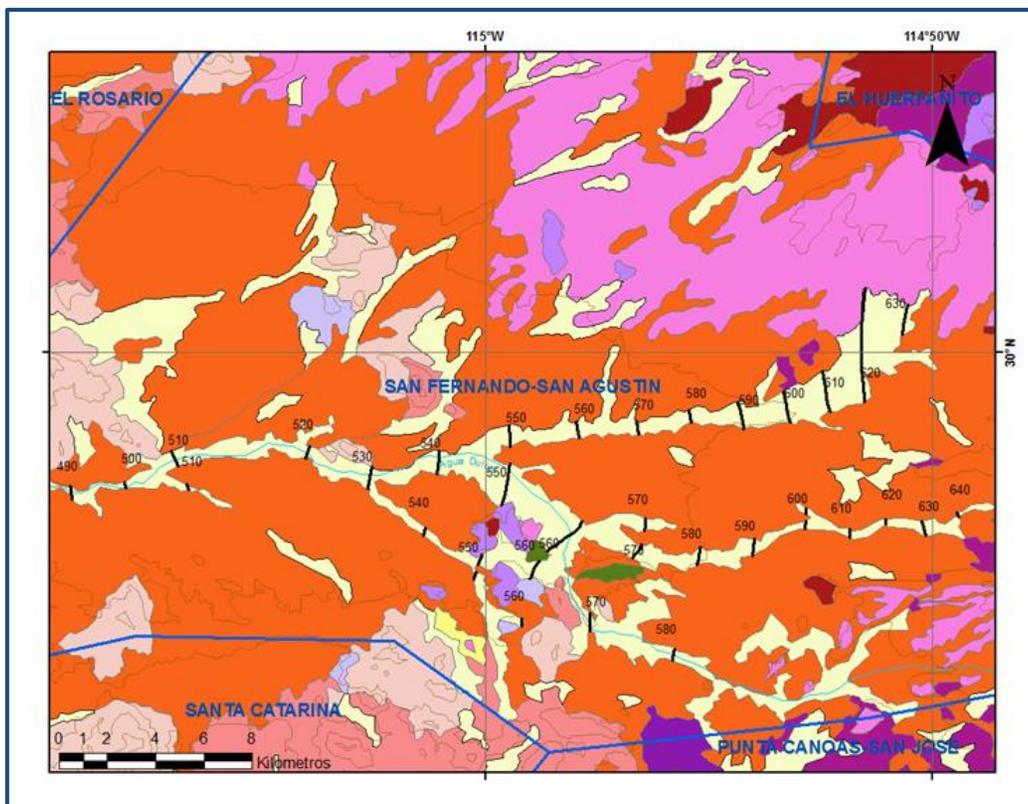


Figura 7. Elevación del nivel estático en msnm, Área de Explotación 3, (2008)

5.4.3 Evolución del nivel estático

De acuerdo con los estudios realizados y para tener una idea de acuerdo a las variaciones del nivel piezométrico en el valle de San Fernando-San Agustín, se observó en el análisis de evolución del mismo para un periodo de octubre de 1981 a noviembre 2008. Un incremento en la elevación del nivel del agua, en las zonas cercanas a la porción norte centro y sur del área de balance, los incrementos son de 0.30 cm. En la parte centro-oriental del Valle se presentan algunos decrementos, estos últimos coinciden con el área de mayor explotación y se atribuyen además a la precipitación tan escasa que se presenta en esta zona. Concluyendo de este modo que la recarga se da en la porción occidental de la zona, en la que existe un flujo bien definido en dirección oeste a noreste y suroeste.

5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

De acuerdo al recorrido realizado en el mes de octubre del 2008, con el fin de obtener los niveles piezométricos en algunos de los pozos localizados dentro del área acuífera para poder realizar un balance de aguas subterráneas y con ello determinar la disponibilidad de aguas subterráneas, en el recorrido piezométrico se tomaron

además los parámetros de; CE y Temperatura, para determinar a grandes rasgos la calidad del agua de los cuales se obtuvo que la Conductividad Eléctrica (CE) varía entre 0.27 y 9.93, (162 a 5958 ppm aproximadamente), la temperatura (T °C) varía de 21.5 °C en la zona cercana a la costa hay 23.3° C en la parte alta.

Las menores concentraciones se localizan en la parte alta del acuífero, mientras que las mayores concentraciones de Sólidos Totales Disueltos se localizan hacia las partes cercanas a la costa en el área de explotación 2 donde el material presenta alto contenido de minerales ricos en hierro.

Considerando en general el agua es de buena calidad en lo que respecta a las áreas 1 y 3 siendo utilizada para los diferentes usos, agrícola, doméstico, industrial, pecuario.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

La información de censos previos reporta la presencia de aproximadamente 45 aprovechamientos, de estos 28 corresponden a norias, 15 a pozos y 2 a manantiales. Siendo solo 24 aprovechamientos activos, mientras que los 21 restantes están inactivos. La mayor concentración de aprovechamientos se localiza en El Ejido Revolución, la mayoría de ellos inactivos por presentar agua de mala calidad para uso doméstico y agrícola.

Sin embargo el REPDA manifiesta la existencia de 42 aprovechamientos, tomando en cuenta los datos respecto al volumen concesionado dentro del acuífero se obtuvo que el 1% (11,168 m³) es para uso doméstico, 2% (22,336 m³) para uso pecuario y el 97% (1,083,290 m³) uso agrícola, siendo este el de mayor consumo, y dando como resultado una extracción total de **1.1 hm³** de agua.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El balance de agua subterránea se planteó con la información del año 2008, en una superficie de las áreas de explotación, delimitando así el área de balance, la cual comprende una superficie aproximada de 157.91 km² dividida en tres áreas, el área 1 se localiza en la parte norte occidental del acuífero, desde la línea de costa hasta 20 kilómetros adentro del continente y tiene una superficie de **43.74 km²**, el área 2 la más pequeña y está referida al río Agua Dulce en la parte centro occidental y tiene un área de **18.51 km²** y el Área 3 se encuentra en la parte oriental del acuífero que involucra al mismo Río Agua Dulce, aguas arriba y tiene un área de **95.66 km²** (figura 8), las áreas

fueron definidas debido a que es en donde se cuenta con información piezométrica y en donde se localiza la mayoría de los aprovechamientos subterráneos. 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 masa se expresa como:

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

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 un acuífero:

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

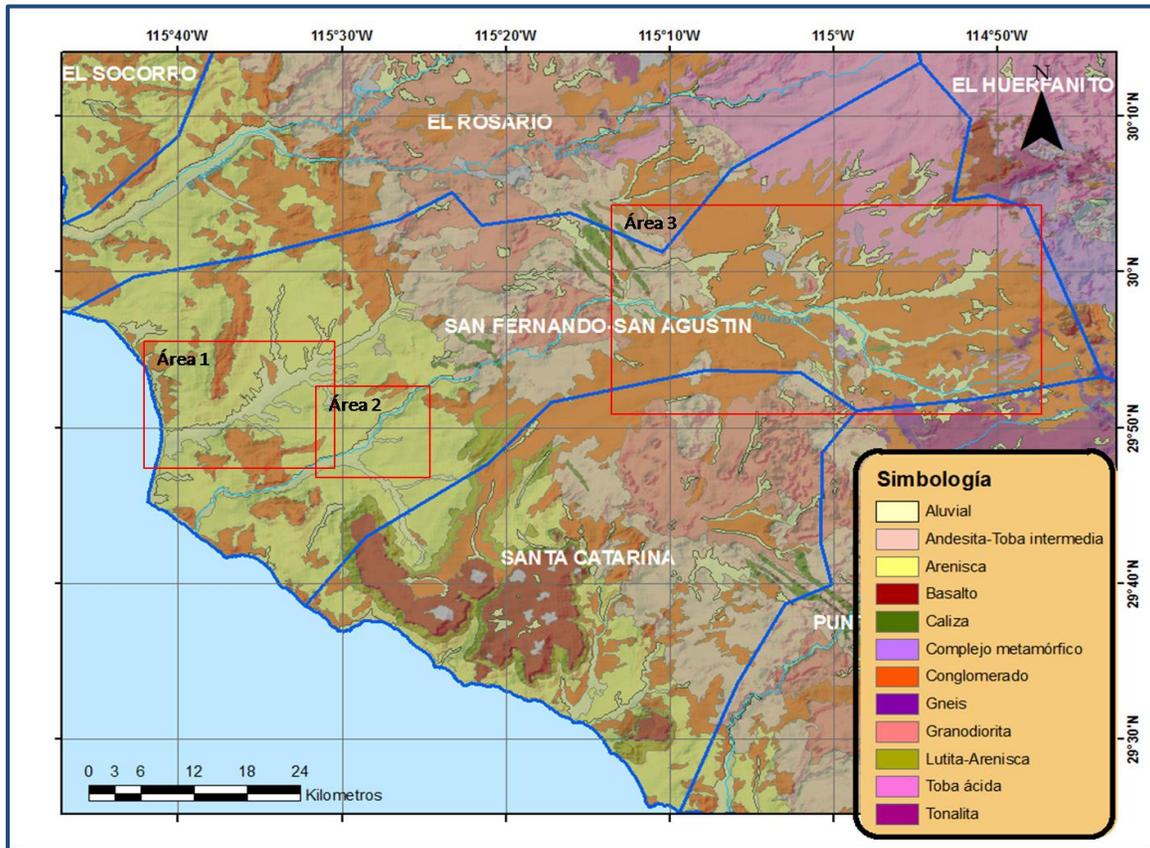


Figura 8. Localización de Áreas de Explotación

7.1 Entradas

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los escurrimientos de los arroyos (R_v) y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo (E_h).

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del riego agrícola y del agua residual de las descargas urbanas, constituyen otra fuente de recarga al acuífero.

Estos volúmenes se integran en la componente de recarga inducida (R_i). Para este caso, dado que no existen poblaciones urbanas importantes, el riego agrícola es incipiente y utiliza sistema tecnificado, no existe recarga inducida.

7.1.1 Recarga vertical (R_v)

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se tiene información para calcular el cambio de almacenamiento (ΔV), así como las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$R_v + E_h - B - S_h - ETR = \pm \Delta V(S) \quad (1)$$

Donde:

R_v : Recarga Vertical

E_h : Entradas por flujo horizontal

B : Bombeo

S_h : Salidas por flujo horizontal

ETR : Evapotranspiración real

$\Delta V(S)$: Cambio en el volumen almacenado

De esta manera, despejando la recarga vertical:

$$R_v = S_h + B + ETR \pm \Delta V(S) - E_h \quad (2)$$

7.1.2 Entrada por flujo horizontal (E_h)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del área se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a

través del pie de monte siendo éstas generalmente zonas de mayor permeabilidad, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. La recarga al acuífero tiene su origen en la precipitación pluvial sobre el valle y en la infiltración de los escurrimientos superficiales.

El cálculo de entradas por flujo horizontal se realizó con base en la Ley de Darcy (Tabla 3), partiendo de la configuración de elevación del nivel estático realizado en las tres áreas de explotación para el año 2008 (Figuras 9 a 11). De acuerdo con la ecuación de Darcy para medios porosos, tenemos que:

$$Q = V \cdot A$$

Considerando una sección, con una longitud (B) y ancho (a), con una diferencia de alturas de (Δh). El área de la sección quedará definida por:

$$A = B \cdot a$$

Mientras que la velocidad será:

$$V = K \cdot i$$

Donde:

K= Coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica.

i = Gradiente hidráulico ($\Delta h / \Delta L$) Δh y ΔL son la diferencia y distancia respectivamente entre las equipotenciales (h) que conforman el canal de flujo.

Sustituyendo en la ecuación de continuidad tenemos que:

$$Q = B \cdot a \cdot K \cdot i$$

Ya que la transmisividad $T = K \cdot a$, la ecuación queda reducida a:

$$Q = T \cdot B \cdot i$$

Donde:

T = Transmisividad en m^2 / s .

B= Longitud de la celda en m.

i = Gradiente Hidráulico, en m.

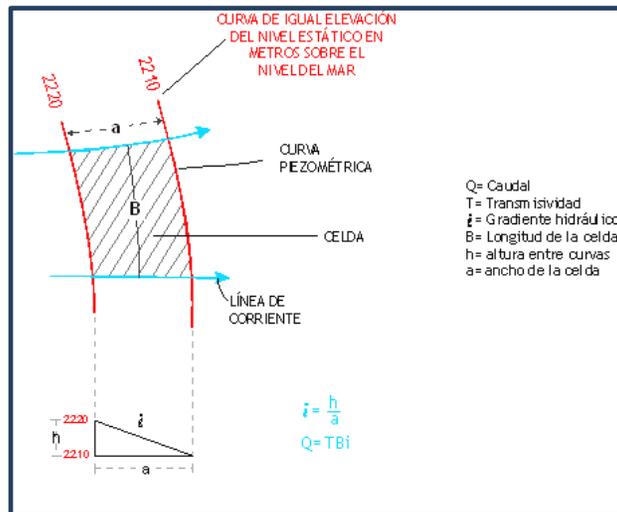


Tabla 3. Estimación del volumen de entrada por flujo subterráneo para el año 2008

CELDA	LONGITUD B (m)	Gradiente i	T (m ² /s)	CAUDAL Q (m ³ /s)	VOLUMEN (hm ³ /año)
E1	1440.000	0.01705	0.002	0.0426	1.340
E2	325.000	0.00703	0.001	0.0026	0.080
E3	480.000	0.00570	0.001	0.0032	0.100
E4	260.000	0.006	0.001	0.002	0.050
E5	455.000	0.011	0.002	0.008	0.260
E6	280.000	0.01016	0.001	0.0035	0.110
E7	1615.000	0.00705	0.002	0.0184	0.580
E8	400.000	0.00724	0.001	0.0030	0.100
E9	390.000	0.00420	0.001	0.0020	0.060
E10	690.000	0.00610	0.001	0.0051	0.160
TOTAL					2.8

El cálculo de volumen total por flujo subterráneo horizontal (Eh) para el 2008 en el año de explotación 1 es de 1.57 hm³, para el área 2 es de 0.37 hm³ y para el área de explotación 3 es de 0.90 hm³, siendo el volumen total de entradas por flujo subterráneo horizontal en el acuífero de **2.8 hm³**.

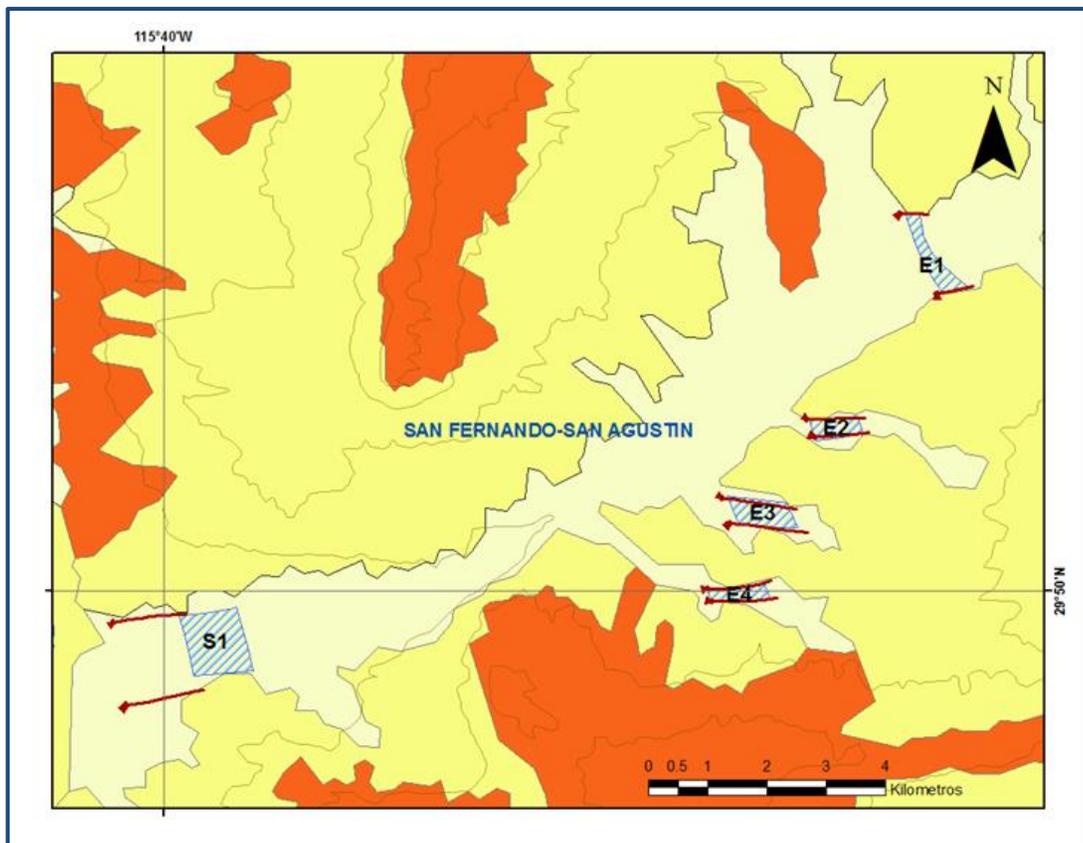


Figura 9. Celdas de entrada y salida para el 1981 en área de explotación 1

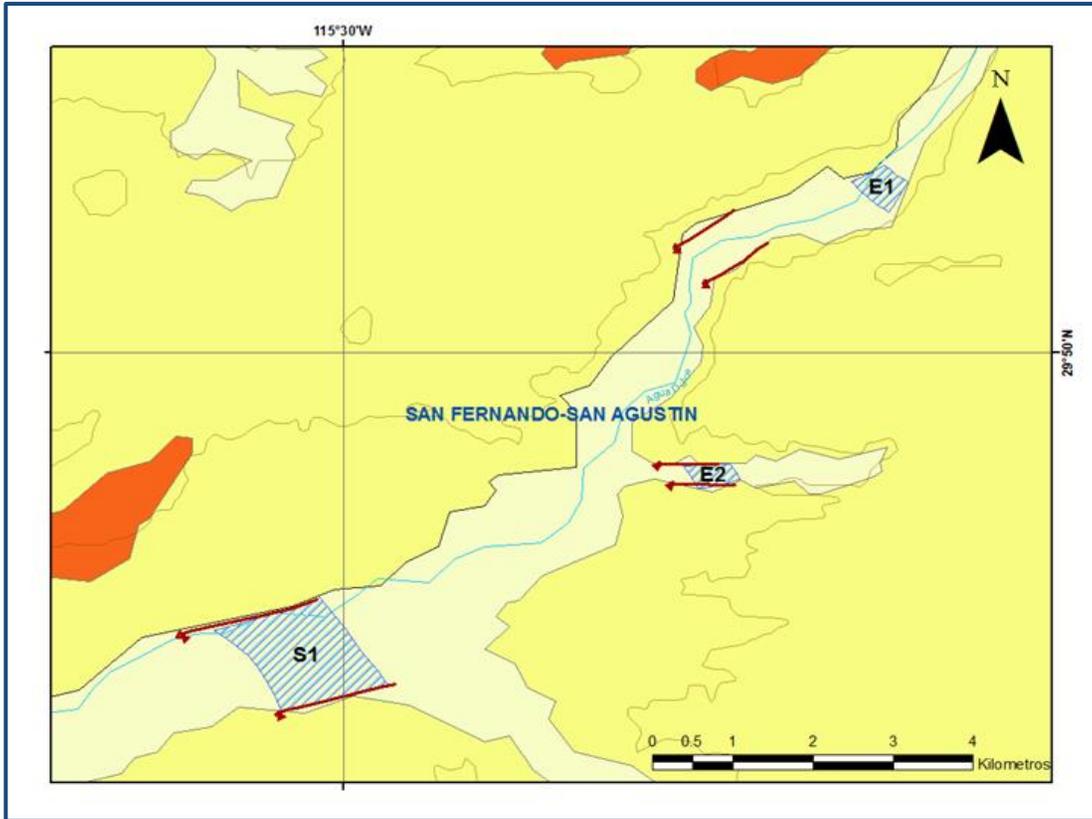


Figura 10. Celdas de entrada y salida para el 2008 en área de explotación 2

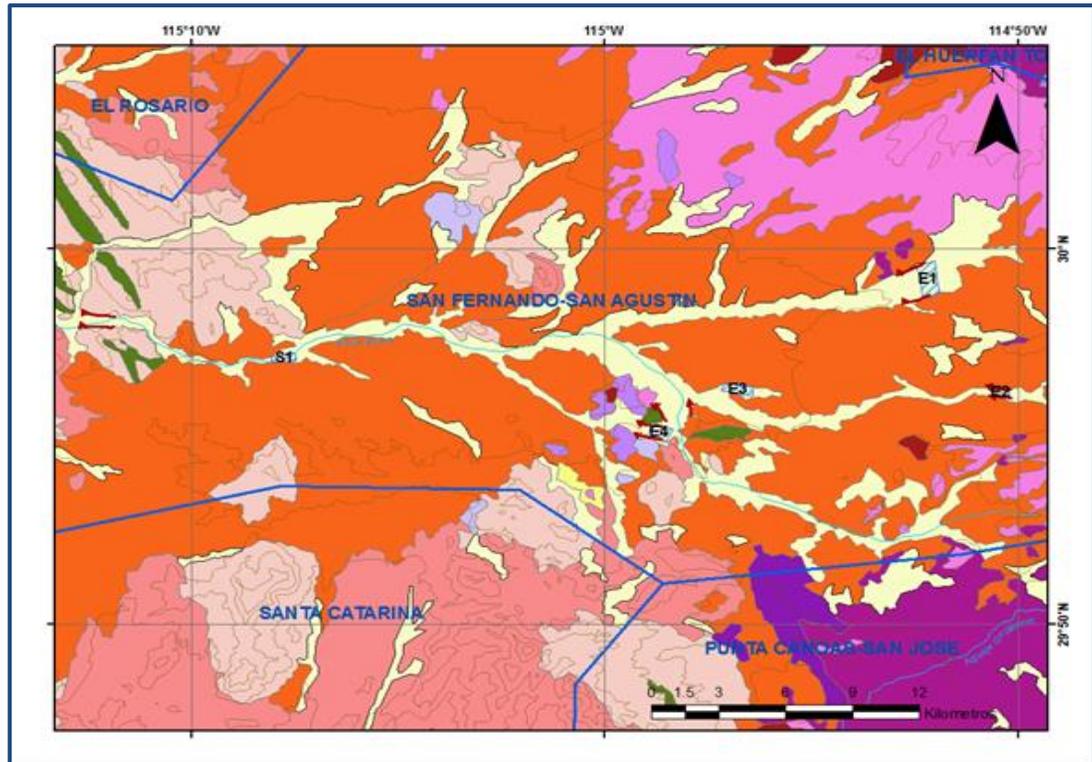


Figura 11. Celdas de entrada y salida para el 2008 en área de explotación 3

7.2 Salidas

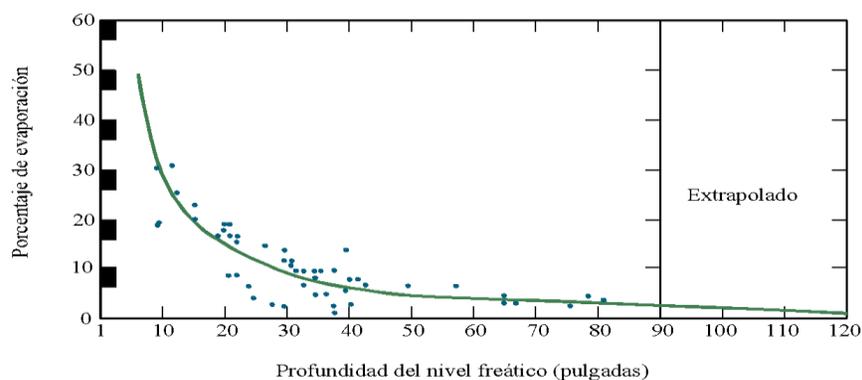
La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo (B), las salidas subterráneas hacia el mar (Sh) y la evapotranspiración (ET). Existen 2 manantiales y descarga de flujo base a lo largo del arroyo por tanto si se considera descarga natural comprometida (DNC).

7.2.1 Evapotranspiración (ETR)

El método de Evapotranspiración empleado para el balance de este estudio se tomó considerando que los volúmenes de precipitación bajos que se presentan en el área de balance, descartando así tanto el método de Turc como el de Smith, ya que en ambos métodos para considerar confiable el volumen de evapotranspiración, deben presentarse precipitaciones mayores a 320 y 300 mm respectivamente.

De forma adicional para observar el fenómeno de evapotranspiración se considera el tanque evaporímetro expresado como un porcentaje de evapotranspiración, donde la evaporación es comparativamente más alta, en los niveles freáticos < 100 cm de la superficie del suelo, posteriormente disminuye hasta hacerse despreciable, para las zonas donde los niveles freáticos son > 300 cm, según White citado por Keith (1973).

En la tabla 4 se muestran los porcentajes respecto al volumen evaporado para las profundidades de 100, 200 y 300 cm, para el periodo de balance 1981-2008 para las diferentes áreas de explotación.



El porcentaje evaporado se estimó de la representación gráfica realizada por White, respecto a la evaporación de los suelos que varían desde arcillas a limos.

Para obtener el volumen total de evapotranspiración, se multiplica el porcentaje estimado por la lámina evaporada en este caso 2008 la lámina evaporada se estimó en 2,053.2 mm, este dato se consideró tomando en cuenta la estación climatológica El Progreso (037), para evaluar el parámetro de evaporación en las áreas de explotación 1 y 2; mientras que para el área de explotación 3 se consideró la estación climatología San Agustín (033) obteniendo una lámina evaporada de 2,348.8 mm para el 2008, con estos valores se obtuvo una lámina evaporada de acuerdo a la profundidad media al nivel estático (100, 200 y 300 cm), multiplicando finalmente por el área susceptible a la evaporación obteniendo un volumen anual evapotranspiración; para el año 1981 de 0.36 hm³ y para 2008 un volumen anual evapotranspiración para el 2008.

Tabla 4. Volumen de evapotranspiración respecto al % estimado a la gráfica de White de acuerdo al área, con profundidades susceptibles al fenómeno de evapotranspiración

PROFUNDIDAD MEDIA AL NIVEL ESTÁTICO (m)	ÁREA (km ²)	LÁMINA EVOTRANSPIRADA (m)	% ETR (ESTIMADO DE GRÁFICA WHITE)	VOLUMEN ETR (hm ³ /año)
1	2	2.0532	0.0625	0.2600
2	1.53	2.0532	0.0375	0.1200
3	1.6	2.0532	0.0092	0.0300
1	0.2	2.0532	0.0625	0.0300
2	0.35	2.0532	0.0375	0.0300
3	0.42	2.0532	0.0092	0.0100
1	0.4	2.3488	0.0625	0.0600
2	0.27	2.3488	0.0375	0.0200
3	0.35	2.3488	0.0092	0.0100
				0.5700

Finalmente respecto al cálculo de volumen de evapotranspiración, se estimó un volumen por evapotranspiración (ET) de **0.41 hm³/año** para el área de explotación 1, **0.07 hm³/año** para el área de explotación 2 y **0.09 hm³/año** para el área de explotación 3.

Siendo **0.57 hm³/año** el volumen de evapotranspiración en el área total del acuífero mismo que se utilizará en el balance.

7.2.2 Bombeo (B)

Este componente se determinó de acuerdo al volumen reportado por el Registro Público de derechos de Agua (REPDA). Para el año de balance se determinó una extracción por bombeo de **1.1 hm³/año**.

7.2.3 Salidas por flujo horizontal (Sh)

Para calcular el volumen que se descarga naturalmente del área de balance por flujo subterráneo, se consideraron los parámetros hidráulicos del mismo y las configuraciones; el acuífero San Fernando-San Agustín es un acuífero costero, por lo que se considera presenta salidas de agua subterránea hacia el Océano Pacífico. (tabla 5).

Tabla 5. Estimación del volumen de salida por flujo subterráneo para el año 2008.

CELDA	LONGITUD B (m)	Gradiente i	T (m ² /s)	CAUDAL Q (m ³ /s)	VOLUMEN (hm ³ /año)
S1	1065	0.00580	0.006	0.0343	1.080
S2	1315	0.0041	0.003	0.0168	0.530
S3	340	0.0053	0.002	0.0042	0.130
TOTAL					1.70

El cálculo de volumen total por salidas de flujo subterráneo horizontal (Sh) para el área de explotación 1 es de **1.08 hm³**, para el área 2 **0.53 hm³** y para el área de explotación 3 es de **0.13 hm³**. Con estos valores se determinó que para el 2008 el volumen de salidas del acuífero es de **1.7 hm³** (figura 9 a 11)

7.3 Cambio de almacenamiento (ΔV_S)

El cambio de almacenamiento se estimó a partir de la evolución de las elevaciones de los niveles estáticos del periodo 1981-2008.

Para esta determinación se utilizaron las configuraciones de las elevaciones de los niveles estáticos, realizadas para los años mencionados y en cada área de explotación, obteniendo de acuerdo a estas un cambio en el volumen almacenado ΔV , que multiplicado por el coeficiente almacenamiento (S_y) estimado en 0.05 para el acuífero San Fernando-San Agustín, se obtuvo un promedio para el periodo 1981–2008 de **0.0165 hm³/año**, para el área de explotación 1, para el área de explotación 2 un valor de **- 0.094 hm³/año** y para el área de explotación 3 un valor de **-0.36 hm³/año** estimando así un ΔV_S total de promedio anual en cuanto al cambio de almacenamiento del acuífero de **- 0.4 hm³/año**.

Solución a la ecuación de balance

Una vez calculadas las componentes de la ecuación de balance, procedemos a evaluar la recarga vertical por lluvia e infiltraciones, mediante la expresión (2), que fue establecida con anterioridad:

$$R_v = S_h + B + ETR \pm \Delta V(S) - E_h \quad (2)$$

$$R_v = 1.7 + 1.1 + 0.6 - 0.4 - 2.8$$

$$R_v = 0.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

De esta manera, la recarga total es la suma de todas las entradas:

$$R = R_v + E_h$$

$$R = 0.2 + 2.8$$

$$R = 3.0 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

8. 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:

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

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

8.1 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 **3.0 hm³/año**, todos ellos son de recarga natural.

8.2 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 **0.4 hm³ anuales**, que corresponde a las salidas subterráneas.

8.3 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 (REPDA), 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 **1,707,685 m³ 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**.

8.4 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 3.0 - 0.4 - 1.707685 \\ \text{DMA} &= 0.892315 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **892,315 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

INEGI. Estudio Hidrológico del Estado de Baja California. INEGI. Gobierno del Estado de Baja California. Aguascalientes, Ags. México. 1er impresión. 1995

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección de Geohidrología y de Zonas áridas. 1981. Censo de aprovechamiento de aguas subterráneas y superficiales en la zona Llanos de San Agustín.

Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la zona de Llanos de San Agustín, Estado de Baja California. 1987. Compañía INGENIO, S.A