



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO  
VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE  
QUERÉTARO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO

PRESENTA:

VÍCTOR LEONARDO GONZÁLEZ MÉNDEZ



DIRECTOR:

ING. ALBERTO ARIAS PÁZ

MEXICO D.F. 2012

## INDICE

<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS	
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	
1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	
1.2 METODOLOGÍA	
1.2.1 VERIFICACIÓN GEOLÓGICA	
1.2.2 CENSO DE APROVECHAMIENTOS	
1.2.3 MEDICIONES PIEZOMÉTRICAS	
1.2.4 ACTIVIDADES DE GABINETE	
1.2.5 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DISPONIBLE	
1.2.6 ANÁLISIS DE DATOS	
1.3 LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO	
1.3.1 LOCALIZACIÓN	
1.3.2 VÍAS DE ACCESO	
1.4 JUSTIFICACIÓN.	
1.5 ANTECEDENTES	
<b>2. MARCO FÍSICO Y GEOGRÁFICO</b>	<b>13</b>
2.1 CLIMA	
2.2 FLORA	
2.3 FAUNA	
2.4 FISIOGRAFÍA	
2.5 HIDROGRAFÍA	
2.6 POBLACIÓN Y ECONOMÍA REGIONAL	
2.7 PRECIPITACIÓN DE LA ZONA	
2.8 TEMPERATURA	
2.9 APROVECHAMIENTO DE SUELO	
2.10 VEGETACIÓN	
<b>3. GEOLOGÍA</b>	<b>23</b>
3.1 GEOLOGÍA REGIONAL	
3.2 GEOLOGÍA HISTÓRICA	
3.3 PRINCIPALES ESTRUCTURAS Y NEOTECTÓNICA	
3.4 ESTRATIGRAFÍA	
<b>4. RASGOS MORFOLÓGICOS O GEOMORFOLÓGICOS.</b>	<b>31</b>
<b>5. APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS</b>	<b>33</b>
5.1 CENSO DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS Y MEDICIONES PIEZOMÉTRICAS	
5.2 BASE DE DATOS REPDA	

5.3 COTEJO BASE DE DATOS

<b>6. EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA</b>	<b>52</b>
6.1 PRUEBAS DE BOMBEO	
6.2 MODELO DE PIEZOMETRÍA	
6.3 POSICIÓN DEL NIVEL DE SATURACIÓN AÑO 2010	
6.4 BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO DE BUENAVISTA Y DISPONIBILIDAD	
6.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	
6.5.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA EXTRACCIÓN	
6.5.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA RECARGA VERTICAL.	
6.5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA RECARGA VERTICAL Y LA EXTRACCIÓN.	
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
7.1 CONCLUSIONES	
7.2 RECOMENDACIONES	
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>88</b>
<b>- ANEXOS</b>	

## RESUMEN

El abastecimiento de agua potable a las poblaciones por medio de la extracción de aguas subterráneas se ha llevado a cabo en México desde tiempos anteriores a la época Colonial. Desde aquel entonces, el agua en nuestro país ha tenido un papel de vital importancia para el desarrollo de agricultura, social, económico y cultural.

El constante incremento poblacional en nuestro país orilla a aumento en la extracción de aguas del subsuelo para satisfacer la necesidad de agua ya sea con fines de satisfacer las necesidades industriales, sociales, y/o agrónomas. La insuficiencia de aguas superficiales para el abastecimiento es una causa de la sobre explotación y de la contaminación de estas fuentes, por lo que se tiene dependencia del agua subterránea.

Esta tesis se basa en el estudio realizado al acuífero del Valle de Buenavista. El acuífero se encuentra localizado en la parte noroeste del Estado de Querétaro, siendo casi frontera con el Estado de Guanajuato. La litología la cual alberga dicho acuífero está compuesta por rocas volcánicas proporcionando al acuífero un comportamiento semiconfinado

El objetivo general de esta tesis está encaminado en contar con el estudio hidrogeológico sobre el funcionamiento del sistema de aguas subterráneas del Valle de Buenavista, Qro., a través de la información que se posee, la proporcionada por la CNA y la creación del censo correspondiente a los aprovechamientos subterráneos de agua del Valle de Buenavista dentro del Estado de Querétaro y así saber su disponibilidad actual y hacia futuro.

Un total de 84 aprovechamientos subterráneos fueron censados en el acuífero Valle de Buenavista. A su vez, se realizó una verificación de diversos aspectos en cuanto a las condiciones en las que los pozos se encuentran. De los 84 pozos, 62 se encuentran activos y 22 están inactivos. De los activos, 32 son agrícolas, 20 no se encuentran definidos, 18 son publico-urbanos, 7 de usos múltiples y 4 para uso pecuario.

Los datos recopilados, estudio realizado y los datos obtenidos fueron utilizados para realizar un análisis de sensibilidad del acuífero dando escenarios hipotéticos de explotación y recarga del de tal forma que se pueda establecer el equilibrio del mismo.

La explotación del Acuífero Valle de Buenavista debe ser gestionada de manera tal en la que se pueda lograr el equilibrio del mismo y a su vez satisfacer la constante demanda.

## ABSTRACT

Water supply to populations through groundwater extraction has been carried out in Mexico since pre-Colonial times. Since then, the water in our country has played a vital role in the development of agriculture, social, economy and culture.

The increase of population in our country shore to increase extraction of groundwater aiming to meet water needs either for the industrial, social, and / or agronomists need. The lack of surface water and the contamination of this sources makes us dependant of groundwater.

This thesis is based on the study of Buenavista Valley Aquifer. The aquifer is located in the northwestern part of the State of Queretaro, being almost border with the state of Guanajuato. The lithology which houses the aquifer is composed of volcanic rock aquifer providing semiconfined behavior

The main objective of this thesis aims to have the hydrogeological study on the operation of the groundwater system of the Buenavista Valley Aquifer in Queretaro through the information held, the information given by the CNA and the creation of a census for the underground water exploitation aiming to know the current and future availability.

A total of 84 groundwater wells were registered in the Buenavista Valley aquifer. In turn, a check was made of various aspects regarding the conditions under which the wells are located. Of the 84 wells, 62 are active and 22 inactive. Of assets, 32 are agricultural, 20 are not defined, 18 are public-urban multipurpose 7 and 4 for livestock.

The data collected, study and data obtained were used to perform sensitivity analysis scenarios giving aquifer exploitation and recharge so that it can establish the equilibrium.

The exploitation of Buenavista Valley Aquifer should be managed in a manner in which it can achieve the same balance and in turn meet the constant demand.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **CAPITULO UNO**

### **GENERALIDADES**



## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

El trabajo realizado en esta Tesis está encaminado a contar con el estudio hidrogeológico sobre el funcionamiento del sistema de aguas subterráneas del Valle de Buenavista, Qro., a través de la información que se posee y la actualización del censo correspondiente a los aprovechamientos subterráneos de agua del Valle de Buenavista dentro del Estado de Querétaro y así saber su disponibilidad actual y hacia futuro.

#### **1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Conocer el balance hidrogeológico del acuífero del Valle de Buenavista.

## **1.2 METODOLOGÍA**

### **1.2.1 VERIFICACIÓN GEOLÓGICA**

Como parte de la verificación geológica se llevó a cabo el reconocimiento en campo de las unidades litológicas entre las que se identificaron andesitas, ignimbritas, basaltos y brechas volcánicas. En algunos sectores se localizaron rocas volcanoclásticas.

Dentro de las unidades localizadas podemos encontrar:

- a) Rocas volcánicas fracturadas. Se presentan como depósitos aluviales, tobas limoarenosas, derrames basálticos-andesíticos e ignimbríticos.
- b) Unidades ignimbríticas semipermeables así como también tobas y basaltos.
- c) Unidades ignimbríticas aisladas.
- d) Rocas de origen ígneo con fracturamiento intenso y permeabilidades que varían de media a alta.
- e) Zonas de litología de origen ígneo. Dicha zona se caracteriza por ser un medio impermeable que permite la recarga del acuífero.

En comparación a estudios realizados con anterioridad, se identificaron 4 unidades litológicas. Dichas unidades son las siguientes:

- a) Aluvión
- b) Tobas Arcillosas
- c) Basaltos
- d) Rioltas

Se realizaron 3 Sondeos eléctricos verticales y de sus correlaciones se propuso un pozo con una profundidad máxima de 175 metros, con el objetivo de explorar el acuífero directamente de la unidad *b*.

### 1.2.2 CENSO DE APROVECHAMIENTOS

La información que arroja un censo de aprovechamientos es utilizada con fines estadísticos. Dichos datos son utilizados posteriormente en interpretaciones que darán como resultado la estimación de parámetros estadísticos que representen de manera fiel el comportamiento de un acuífero. A su vez, analizando los datos obtenidos y aplicando los métodos de evaluación, son de gran utilidad para determinar el funcionamiento del acuífero.

Las características del acuífero fueron determinadas por medio del censo de aprovechamientos. La capacidad de abastecimiento del acuífero así como el recurso hídrico disponible y las limitaciones que pudiesen estar presentes, son producto de la correcta ejecución del censo de aprovechamientos.

### 1.2.3 MEDICIONES PIEZOMÉTRICAS

La piezometría es una representación geométrica de puntos que se encuentran definidos y los cuales tienen valores específicos que son de utilidad para el estudio de un acuífero. A su vez, su representación es por medio de líneas equipotenciales las cuales son conocidas como piezometría. Datos como su ubicación espacial y geográfica así como elevaciones son proporcionados por dichas mediciones piezométricas. La interpretación piezométrica se realiza con el apoyo de líneas que conservan su referencia espacial y su elevación llamándolas líneas equipotenciales.

Para llevar a cabo la medición piezométrica de un acuífero se utilizan herramientas específicas. La *Sonda de Nivel*, es útil para realizar observaciones de profundidades respecto a la superficie y el agua del acuífero. Esto es, al hacer contacto la sonda con el acuífero, se cierra el circuito eléctrico indicando el momento en el que esto ocurre. La sonda se encuentra gradada y consta de un cable eléctrico (gradado), un electrodo y su detector. La *Sonda de Nivel* es introducida en un pozo de exploración para dichos propósitos. Al haber contacto del agua con la sonda y al cerrarse el circuito se toma registro de la longitud total introducida del cable y se registra tomando la profundidad a partir del brocal.

La recarga o extracción del acuífero, así como su tendencia de almacenamiento es información obtenida por medio de una correcta observación de las variaciones del nivel piezométrico.

Es importante mencionar que al tomar las medidas, estas se realizaron de forma simultánea. Esto previene variaciones de recarga o bombeos al ser tomadas en intervalos de tiempo cortos.

Éste método se fundamenta en interpolar valores entre puntos cercanos y trazar líneas que unan dichos puntos; éstos puntos comparten los mismos valores piezométricos.



La elevación dada por la piezometría determina el flujo del acuífero. Las líneas equipotenciales reflejan la elevación en cada línea que el acuífero posee. Dicho flujo es representado permanentemente de modo perpendicular a la línea equipotencial y trazando una flecha que lo interprete.

#### **1.2.4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DISPONIBLE**

Para realizar una correcta interpretación del acuífero se buscaron datos históricos los cuales, a su vez, fueron interpretados y analizados. Dicha información fue obtenida con la siguiente metodología:

- i. Se identificó la ubicación geográfica del acuífero en cartografía de INEGI escala 1:50,000 para recopilar información de la zona de interés y sus alrededores.
- ii. En coordinación con la CONAGUA, se programaron visitas a las dependencias que se pensaron como posibles fuentes de información que pudiera servir para cumplir con el objetivo. A su vez, en cada visita se proporcionaba información por parte de la CONAGUA la cual sería útil para realizar este estudio.
- iii. Las dependencias que se visitaron se enlistan a continuación:
  - CONAGUA (Comisión Nacional de Aguas), QUERÉTARO
  - CEA (Comisión Estatal de Aguas), QUERÉTARO
  - SEDEA (Secretaría de Desarrollo Agropecuario) , QUERÉTARO
  - CEGEO (Centro de Geociencias) UNAM, CAMPUS JURQUILLA
  - INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
  - COTAS (Comité Técnico de Aguas Subterráneas) AMAZCALA
- iv. Se obtuvo información científica de la zona de estudio mediante la navegación en páginas web de sitios de índole geológico tales como:
  - <http://www.ceaqueretaro.gob.mx/>
  - <http://www.cna.gob.mx/>
  - <http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/>
  - <http://www.coremisgm.gob.mx/>
  - <http://www.geologia.unam.mx/igl/>
- v. De la información recopilada se obtuvieron informes, reportes, planos, mapas, etc., que se revisaron de manera detallada para poder tener un panorama amplio de lo que se ha hecho a la fecha en la zona de estudio y poder entender previamente la situación actual del acuífero.
- vi. De lo analizado en la información proporcionada se realizaron resúmenes apoyados de figuras y tablas para tener de manera sintetizada una idea general del estado actual del acuífero.

### 1.2.5 ANALISIS DE DATOS

El cotejo de información fue solicitado al Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). Se realizó una comparativa del nuevo censo observando y resaltando qué pozos coincidían en Nombre de Propietario, No. De Título y coordenadas UTM. A su vez, se analizó la información que fue proporcionada por CONAGUA sobre estudios pasados al acuífero.

## 1.3 LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO

### 1.3.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio abarca a la población de Santa Catarina, la mayor parte de Buenavista, San Antonio de Trojes, Puerto de Aguirre, San Isidro Buenavista, Pintillo, La Estacada, Jofre, Jofrito y la población de Presa de Becerra. El acuífero se encuentra delimitado por los siguientes vértices:

Vértice	Longitud Oeste			Latitud Norte			Observaciones
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
1	20	53	21.12	100	20	20.4	
2	20	52	33.96	100	19	44.4	
3	20	50	35.52	100	20	49.2	
4	20	50	5.64	100	22	15.6	
5	20	44	2.76	100	24	10.8	
6	20	44	16.08	100	26	56.4	
7	20	43	46.92	100	34	22.8	Del vértice 7 al 1 por límite estatal

### 1.3.2 VÍAS DE ACCESO

Las vías de acceso a el acuífero son principalmente por la carretera federal México 111 y la México 57, a 17 km al norte de la ciudad de Querétaro. En la zona hay varios caminos de terracería y locales llevan a los diferentes pozos y captaciones de agua.

# BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

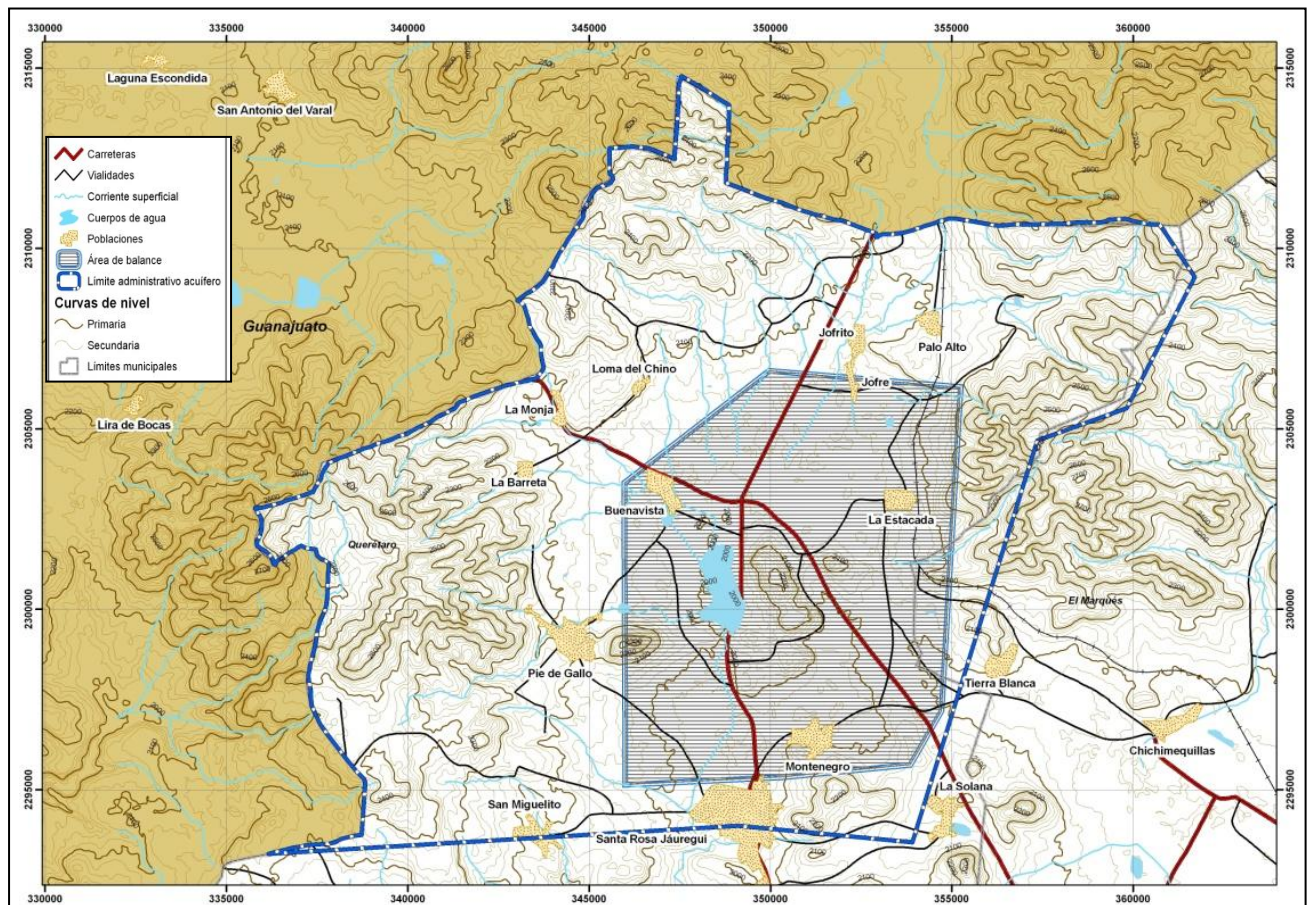


Figura 1. Localización del Acuífero Valle de Buenavista (Anexo)

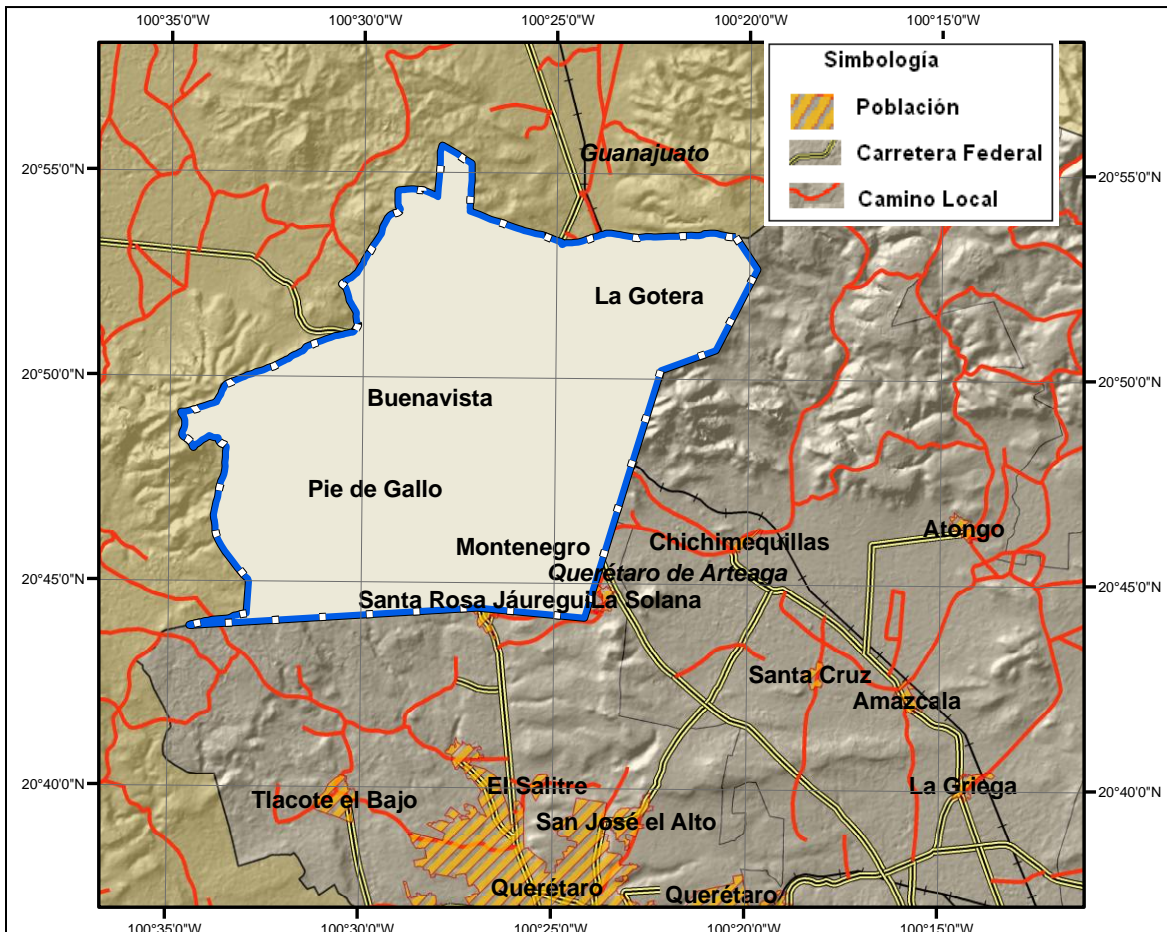


Figura 2. Vías de acceso a la zona del acuífero de Valle de Buenavista.

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

El aumento creciente de la población en el país ha ocasionado que varios de los acuíferos que son utilizados principalmente para abastecer poblaciones, industrias y a la agricultura estén siendo gestionados de manera incorrecta. Esto conlleva a la sobre explotación de los acuíferos.

La creciente demanda de agua y la consciencia que se ha generado en las últimas décadas han favorecido a realizar distintos estudios de aguas subterráneas para comprender así el comportamiento del mismo e intentar gestionarlo acorde con la capacidad.

El acuífero del Valle de Buenavista se encuentra localizado en la parte NO del Estado de Querétaro. Localizado cercano al parte aguas de las cuencas del Río Lerma-Chapala y Río Pánuco.

El presente trabajo de tesis se enfocará a determinar el estado del balance actual en el que se encuentra el acuífero, determinando la disponibilidad de agua actual según el censo realizado en el año 2010. Esto es con el fin de que la conclusión sirva a las autoridades para detonar o no su explotación; si esta ocurre debe ser de manera adecuada.

El estudio hidrogeológico a realizarse permitirá conocer el estado actual del acuífero. Para esto, el balance de aguas subterráneas determinará el grado de explotación y por medio de un estudio de análisis de sensibilidad se realizará un análisis de sensibilidad en el que se variarán los parámetros hidráulicos para determinar posibles escenarios en el futuro del acuífero.

La importancia de determinar la condición actual del acuífero, así como simular algunos factores que sean sensibles al momento de la determinación de su condición actual es de suma importancia. Con esto, la gestión del acuífero será realizada con mayor conciencia buscando siempre mantener a este recurso en un balance favorable apto para su explotación.

### 1.5 ESTUDIO DE ANTECEDENTES

**1) Anuario Estadístico de Querétaro Arteaga, edición 2007, INEGI.**

Compendio de mapas correspondientes a 2007: División Geoestadística Municipal, Infraestructura para el Transporte, Orografía, Fisiografía, Geología, Climas, Isotermas, Isoyetas, Regiones y Cuencas Hidrológicas, Corrientes y Cuerpos de Agua, Suelos Dominantes, Agricultura y Vegetación, Uso Potencial Agrícola, Uso Potencial Pecuario, Áreas Naturales Protegidas. Para fines hidrogeológicos utilizamos los de Geología, Climas, Isoyetas, Regiones y Cuencas Hidrológicas, Corrientes y Cuerpos de Agua principalmente.

**2) Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro, Abastecimiento de agua potable en la zona de Querétaro, Qro., <http://www.ceaqueretaro.gob.mx>.**

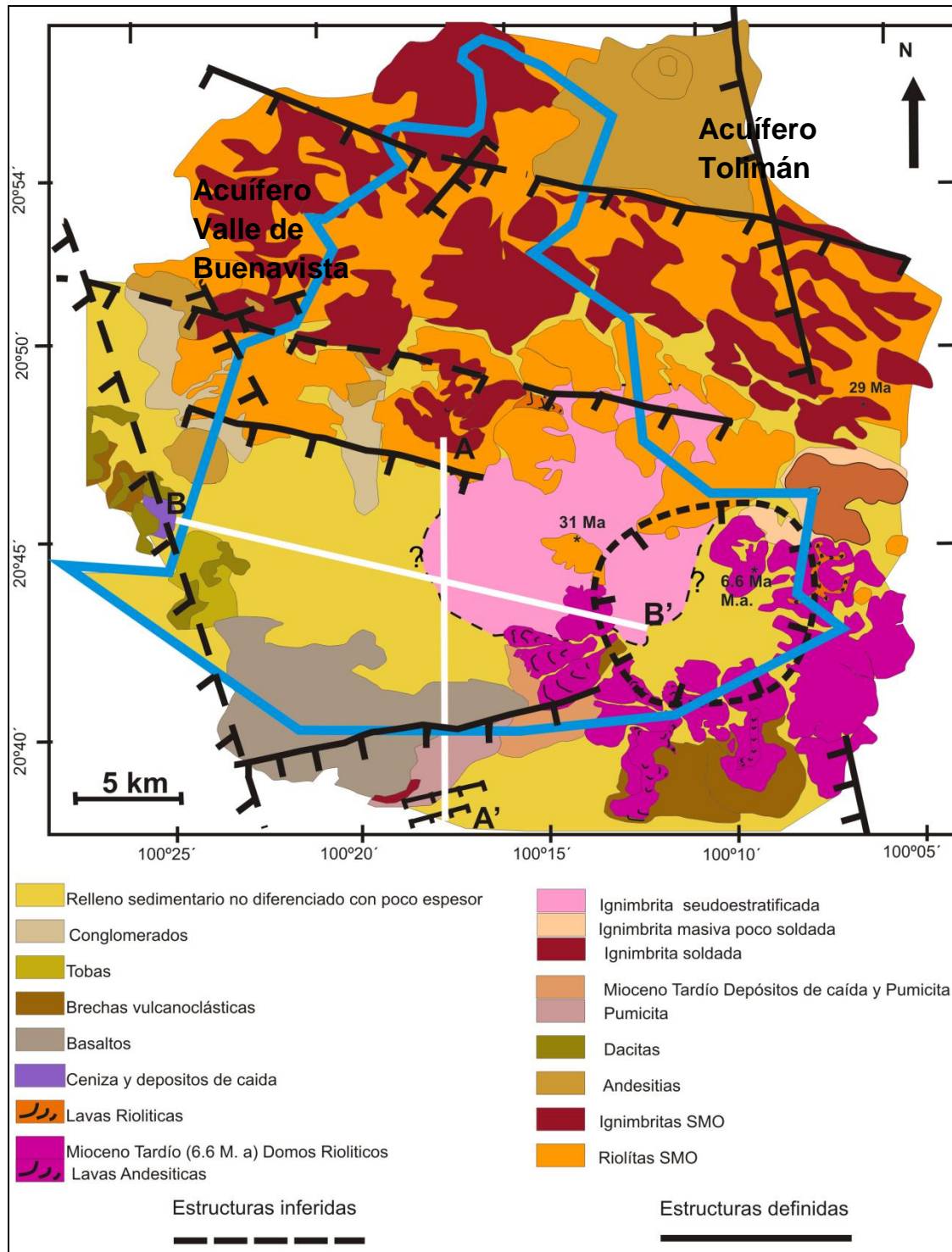
Actualmente el sistema de abastecimiento de agua de la zona conurbana de la Ciudad de Querétaro está integrado por 64 pozos profundos, los cuales a diciembre del año 2000 presentaron un volumen anual de extracción de 65,570 Mm<sup>3</sup>. En la página de la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro se encuentra información general acerca de los acuíferos que se encuentran en el Estado de Querétaro, sus características y la infraestructura asociada a estos acuíferos que sirven para distribución del agua potable en el estado.

**3) INEGI, Querétaro: Información Geográfica: Mapa de regiones hidrológicas, 2010, <http://mapserver.inegi.gob.mx>.**

Estadísticas de las cuencas hidrológicas del Estado de Querétaro, así como breve descripción de las unidades litológicas más importantes que afloran en el estado.

**4) Dra. Dora Carreón et. al, Centro de Geociencias UNAM, “Diagnóstico del acuífero de Amazcala”, Julio de 2009, COTAS de Amazcala.**

Las rocas que afloran en la parte poniente del acuífero que es justo donde colinda con el acuífero de Tolimán es el se puede observar en la Figura 3.



La Figura 3. Litología al 2007. (Tomado de Diagnóstico del acuífero de Amazcala, Dora Carreón et. al., 2009)

5) **Dra. Dora Carreón et. al, Centro de Geociencias UNAM, “Determinación del Acuífero del Valle de Amazcala”, Marzo de 2010, COTAS de Amazcala.**

El objetivo general de este estudio fué el de actualizar el modelo hidrogeológico del Acuífero del Valle de Amazcala, para la identificación de niveles de explotación y el planteamiento de escenarios para la toma de decisiones.

Del estudio anterior se observa la evolución de la configuración piezométrica a lo largo de 3 años de 2007 a 2009 (Figura 4).

En la Figura 5 se logran observar los pozos propuestos para la eficiencia.

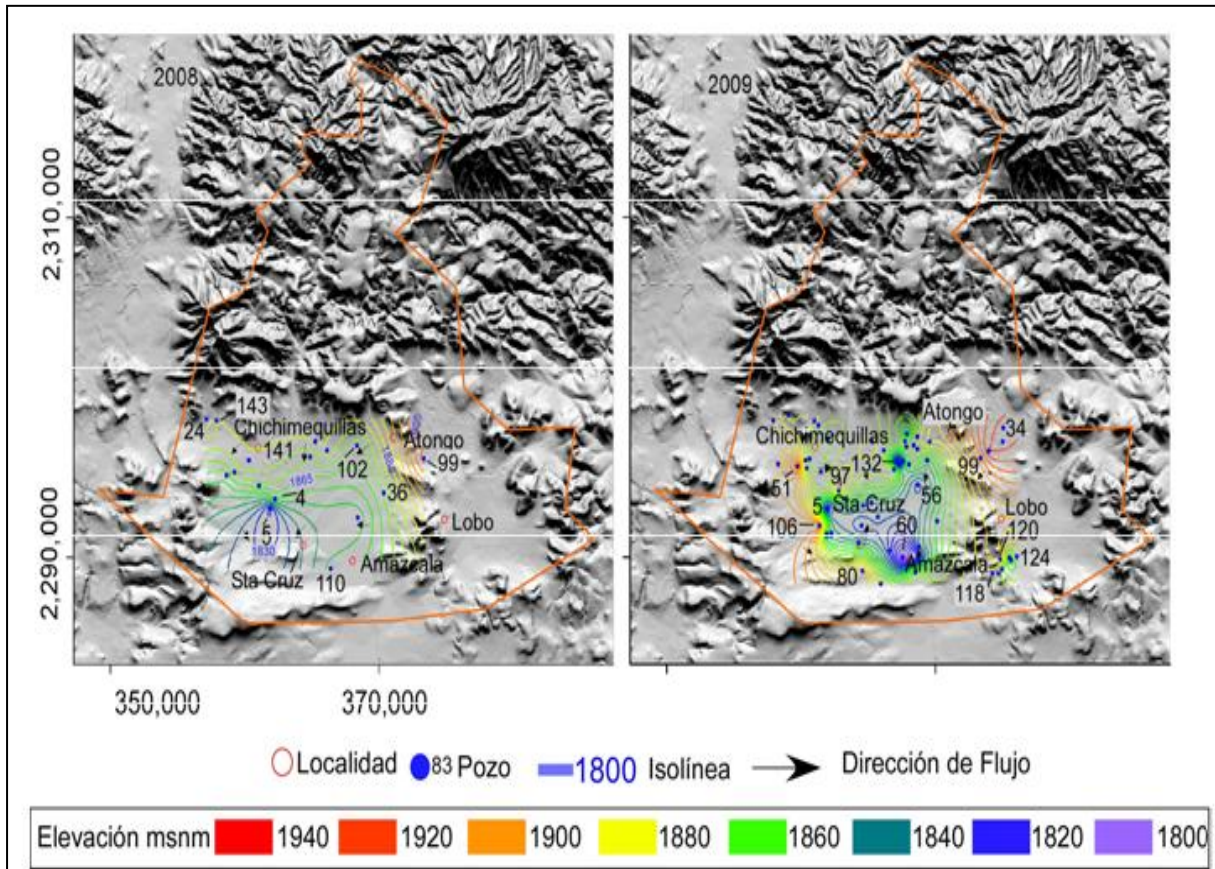


Figura 4. Isolíneas del nivel piezométrico. (Tomado de Diagnóstico del acuífero de Amazcala, Dora Carreón et. al., 2009)

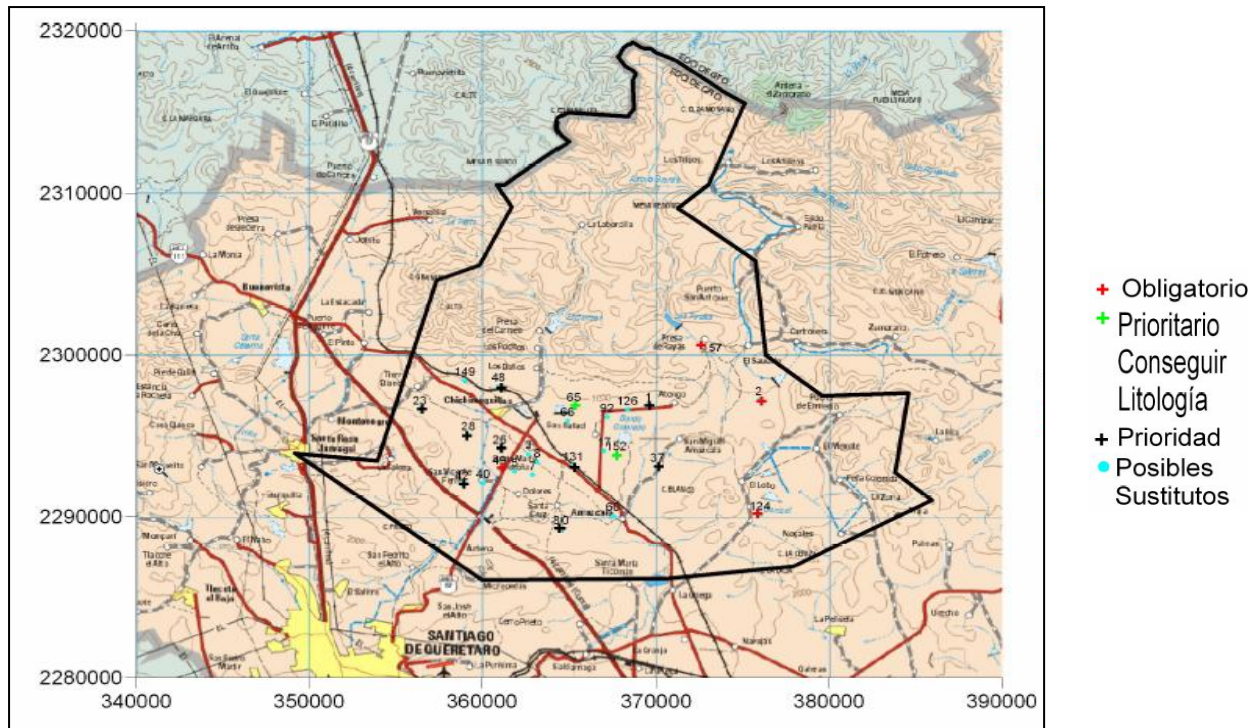


Figura 5. Pozos propuestos para eficiencia.

**Datos relevantes utilizados en este estudio.**

- i. Se define que las rocas que componen la columna estratigráfica en la zona son: andesitas, ignimbritas, basaltos y brechas volcánicas. También en algunos sectores hay rocas volcanoclásticas.

En la parte hidrogeológica se reconocieron 5 unidades:

- U1. Rocas volcánicas fracturadas con permeabilidad de media a alta.
- U2. Rocas volcánicas fracturadas (depósitos aluviales, tobas limoarenosas, derrames basálticos – andesíticos e ignimbríticos).
- U3. Zonas volcánicas en medios impermeables (esta unidad permite la recarga del acuífero).
- U4. Unidad ignimbrítica semipermeable (tobas y basaltos)
- U5. Ignimbritas.

Se realizaron análisis petrográficos.

El acuífero se encuentra en la unidad U3, actuando como un acuífero libre a semiconfinado.

Se visitaron 82 pozos de los cuales 61 están activos y 21 inactivos.



ii. En el 2006 se identificaron 4 unidades:

- U1. Aluvión
- U2. Toba arcillosa
- U3. Basaltos
- U4. Riolitas

Se realizaron 3 Sondeos Eléctricos Verticales. De las correlaciones se propuso un pozo de profundidad final de 175.0 m con objetivo de extraer agua de la unidad U2.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **CAPÍTULO DOS**

### ***MARCO FÍSICO Y GEOGRÁFICO***



## **2. MARCO FÍSICO Y GEOGRÁFICO**

### **2.1 CLIMA**

Se pueden distinguir 3 zonas bien diferenciadas (SARH 1988) En la porción sur hay predominio de clima templado, en la zona central prevalece el clima seco y semi seco mientras que al norte hay presencia de clima cálido y semi cálido.

### **2.2 FLORA**

Entre lo flora más abundante tenemos la presencia de ocotillo y lechuguilla, siendo estas plantas espinosas y resistentes a los cambios de temperatura y ausencia de precipitación pluvial. El garambullo, capulincillo, anacahuitle y ocotillo son plantas representativas de zonas montañosas semiáridas. La presencia de pinos y encinos en zonas de clima templado y matorrales, plantas como palma, nopal y garambullo constituyen la flora predominante del área de estudio.

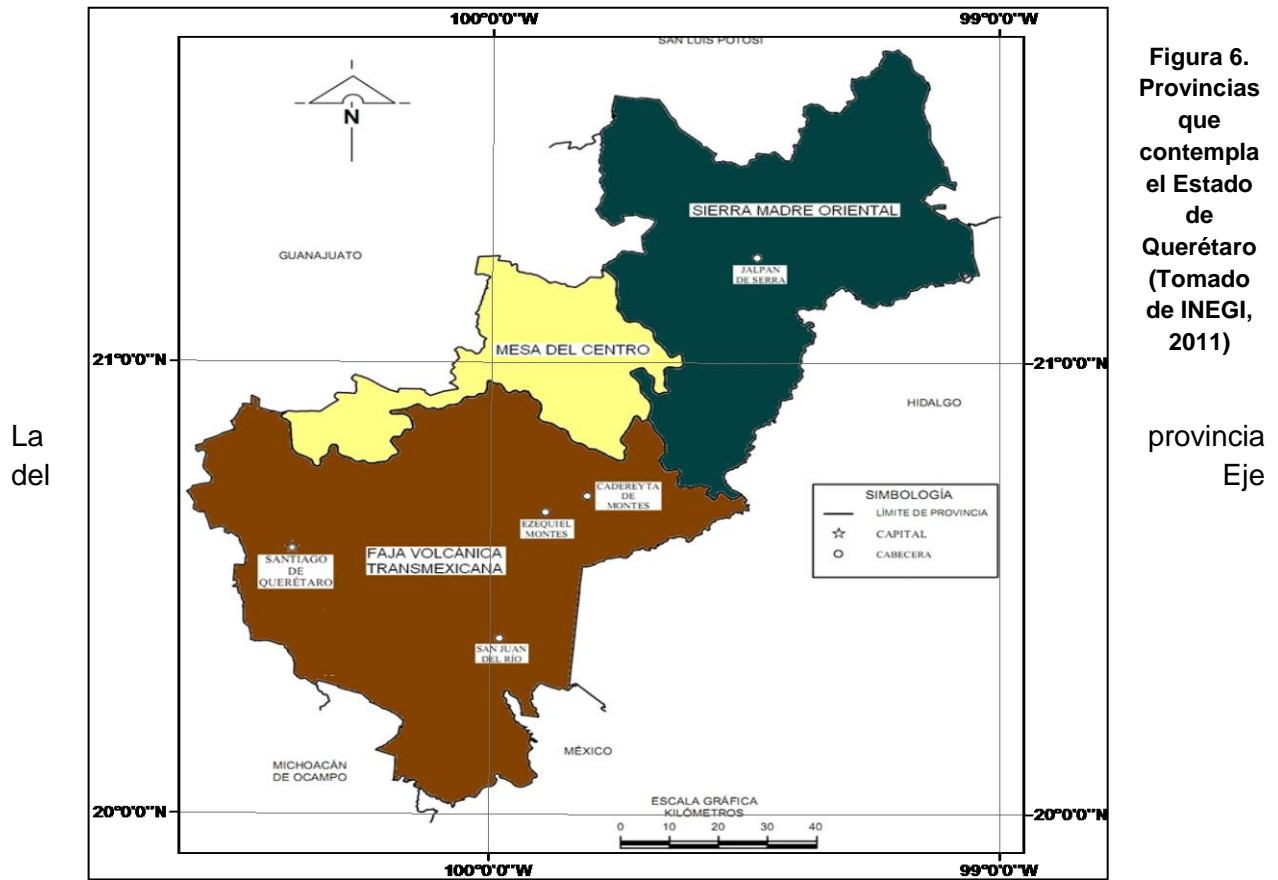
### **2.3 FAUNA**

En la Sierra Gorda habita el venado de cola blanca, el mapache, el halcón, la comadreja, la martucha y la garza. En la Sierra de Amealco hay presencia de ardilla, tuza, huilota y pájaro carpintero. En los llanos y valles podemos encontrar zorrillos, tlacoaches, tuzas, ratas de campo, palomas y gorriones.

### **2.4 FISIOGRAFÍA**

El Estado de Querétaro está conformado por tres provincias fisiográficas del país (Figura 6). La Meseta Central, La Sierra madre Oriental y el Eje Neovolcánico que será comentado con detalle en el capítulo relacionado con la geología.

Conforme a la posición que guarda la Faja Volcánica Transmexicana respecto a la zona de subducción, la enorme cantidad de estructuras volcánicas y la composición química de las rocas y la fase tectónica extensional intra-arco contemporánea al volcanismo, la convierten en uno de los rasgos más representativos de la geología de México (Demant, 1978).



Neovolcánico se conforma por la Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, La Subprovincia de Mil Cumbres y La Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac.

La Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo está presente dentro del Estado con una superficie de 4774.97 km<sup>2</sup> representando así un 42.37% del territorio total de la entidad. Los municipios comprendidos en la misma son Ezequiel Montes, Corregidora, parte de los Amealco, Huimilpan, Querétaro, Pedro Escobedo, El Marqués, Cadereyta Montes, Tolimán y Colón.

Conformada por sistemas de Sierras, lomeríos y mesetas se excede en ocasiones la elevación de 2000 msnm.

El cañón del Moctezuma, límite entre los Estados de Hidalgo y Querétaro se encuentra al noreste de San Juan del Río.

La Subprovincia de Mil Cumbres comprende los municipios de Pedro Escobedo, Amealco y Huimilpan formando en su conjunto un área aproximada de 387.85 km<sup>2</sup> representando así una superficie total del 3.44% de la superficie total del Estado.

La Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac ocupa 25.56 km<sup>2</sup> en el Estado, es decir, 0.23% de la superficie total estatal. Dominan suelos de tipo Feozem Lúvico, Luvisoles Crómicos y Litosoles (INEGI 2011).

La Provincia de la Sierra Madre Oriental embarca a la Subprovincia del Carso Huasteco.

La Subprovincia del Carso Huasteco abarca dentro del Estado 5001.6 km<sup>2</sup>. Lo que representa el 44.38% de la superficie estatal. Altitudes mayores a los 2600 msnm son delimitadas por el cañón del Río Santa María y al sur por el Río Moctezuma lindero de San Luis Potosí e Hidalgo. Los suelos presentes son Litosoles, Rendzina en ocasiones, Luvisoles, regosoles y Feozems (INEGI 2011).

La provincia de la mesa del Centro se representa a Subprovincia de las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato.

La Subprovincia de las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato cubren una superficie de 1079.91 km<sup>2</sup> representando así el 9.58% de la superficie estatal. Caracterizada por mesetas y Sierras abruptas volcánicas en ocasiones exceden altitudes de 3000 m.

El mosaico Edáfico se ve dominado por los Feozems, Litosoles, Regosoles con porciones de Vertisoles, Luvisoles, Rendzinas y Yermosoles (INEGI 2011)

## 2.5 HIDROGRAFÍA

El Río Lerma y el Río Panuco hacen que el Estado de Querétaro sea parte de estas dos grandes cuencas hidrográficas correspondientes a las regiones hidrológicas 12 y 26 respectivamente. En la región hidrológica 12 se destaca el Río Querétaro. En la 26 se destacan los ríos San Juan, Moctezuma y Extoraz.

En la cuenca perteneciente al Río Lerma se encuentra el Río Chichimequillas ubicado en la subcuenca del Río Laja. Dicha región se encuentra comprendida como la número 12. Con una dirección E-W y tras cruzar la ciudad de Querétaro se interna en el Estado de Guanajuato desembocando en el Río Laja. La superficie abarcada por la cuenca es superior a los 2000 km<sup>2</sup> dentro de Querétaro teniendo a su vez una salida de 40 millones de m<sup>3</sup> por año.

Como principal tributario se encuentra el Río Chichimequillas con rumbo NW-SE terminando en NE-SW. Es de carácter intermitente naciendo en las partes altas de la zona montañosa en las faldas del volcán Zamorano. En el recorrido del mismo se nombra Arroyo Grande desembocando en la Presa El Carmen con capacidad de 4 millones de m<sup>3</sup> cambiando posteriormente de nombre a Río El Pinal.

El Río San Juan escurre de S a N hasta aguas abajo de San Juan del Río al sureste del Estado. En su transcurso adopta el curso NE uniéndose al Río Tula y formando en conjunto el Río Moctezuma afluente del Río Pánuco. Posee una cuenca aproximada de 2840 km<sup>2</sup> y un escurrimiento promedio natural de 184 millones de m<sup>3</sup> por año.

Con régimen permanente se encuentra el Río Moctezuma de curso SW-NE constituyendo el límite político entre los Estados de Hidalgo y Querétaro. Con una cuenca superior a los 4,400 km<sup>2</sup> en el Estado de Querétaro y un escurrimiento medio anual aproximado de 444 millones de

m<sup>3</sup>, está conformado por el Río Extoraz cubriendo 3045 km<sup>2</sup> de la cuenca y siendo éste su afluente más importante con 185 millones de m<sup>3</sup> por año. Su rumbo es W-E al norte del Estado.

## 2.6 POBLACION Y ECONOMÍA REGIONAL

El Estado de Querétaro posee una población de 1,827,937 habitantes siendo de estos 887,188 mujeres y 940,749 hombres, estando distribuida el 70% en la zona urbana y un 30% de la población en la zona rural (INEGI 2010). Su densidad promedio es de 156 personas por kilómetro cuadrado existiendo un total de viviendas particulares habitadas de 454,224, habiendo en promedio 4 ocupantes por vivienda (INEGI 2010). A su vez, de estas viviendas 411,735 poseen disponibilidad de agua de la red pública en el ámbito de vivienda Y 409,186 poseen drenaje (INEGI 2010).

De acuerdo a estos resultados, se tiene que, en el Estado de Querétaro existe un total de 78 mil 942 unidades económicas en las que se emplean 505 mil 947 personas, ocupando el lugar vigésimo en el ámbito nacional, en las actividades cubiertas por los Censos 2009 como: la industria manufacturera, la construcción, el comercio, los servicios no financieros, entre otros (INEGI 2009). Por otra parte, los municipios que cuentan con el mayor número de unidades económicas en los sectores cubiertos por los censos económicos son, Querétaro con casi 33 mil; San Juan del Río con poco más de 8 mil; Corregidora y Tequisquiapan registraron casi 3 mil cada uno y Ezequiel Montes que cuenta con 1 760 unidades económicas (INEGI 2009). Según los resultados de los censos económicos y considerando únicamente a las unidades económicas del sector privado y paraestatal que realizaron actividades durante 2008, las mujeres representan el 40.1% del personal ocupado, en tanto los hombres ocupan el 59.9 por ciento. Los municipios que más mujeres emplean son; Landa de Matamoros con el 57.1%; San Joaquín con 55.1; Tolimán con 54.0% y Amealco de Bonfil con 53.9 por ciento. (INEGI 2009).

Entre su sector económico más importante lo integra el subsector pecuario. La producción de carnes de aves, leche de bovino y huevo son productos establecidos y de importante consumo nacional. La carne de bovino sobresale en Ezequiel Montes, Querétaro, San Juan del Río y Corregidora representando en conjunto el 78.8% de la producción total de la entidad. Amealco de Bonfil y Querétaro destacan por contribuir con el 45% de la producción total de ovino siendo que Ezequiel Montes y San Juan del Río aportan 34.3% (SEDESU)

El agua de riego con fines agrícolas proviene de la Presa Santa Catarina, bordos y aprovechamientos subterráneos. La superficie beneficiada con riego permite a los productores el cultivo en los dos ciclos agrícolas: primavera/verano y otoño/invierno. Se produce, principalmente, maíz, frijol, sorgo, cebada, avena, alfalfa, espárragos, chile y ajo. En el área de cultivo de temporal sólo se siembra maíz y frijol una vez al año.

Una parte de la superficie está destinada al desarrollo ganadero, aunque en menor grado. El tipo de ganado que se encuentra es bovino, porcino, ovino, equino y caprino. La porción sur de la zona de estudio, hacia la localidad de Montenegro, pertenece a la conocida como cuenca lechera de Querétaro

El sector secundario en Querétaro participa con el 38.5% del PIB total; está compuesto por cuatro grandes divisiones económicas: Industria manufacturera 34%, Construcción 2.7%, Electricidad, gas y agua con 1.5% y Minería con 0.3% (SIREM)

El Estado cuenta con 17 parques industriales en operación, algunos de ellos son:

- Parque Industrial Benito Juárez, 450 hectáreas, 112 empresas.
- Parque Industrial Querétaro, 347 hectáreas, 99 empresas.
- Parque Industrial Jurica, de 70 hectáreas, 72 empresas.
- Parque La Montaña, 29 hectáreas, 35 empresas.
- Balvanera Industrial Park, 53 empresas.
- Bernardo Quintana Industrial Park, 175 empresas.
- El Marques Industrial Park, 60 empresas.
- El Pueblito Industrial Park, 32 empresas.
- Finsa Industrial Park- Querétaro, 19 empresas.
- La Cruz Industrial Park, 14 empresas.
- La Noria Industrial Park, 21 empresas.
- Nuevo San Juan Industrial Park, 30 empresas.
- O'Donnell-Aeropuerto Industrial, Park 20 empresas.
- Querétaro Aerospace, Park 6 empresas.
- Santa Rosa Industrial, Park 2 empresas.



Figura 7. Principales poblaciones dependientes de la extracción del acuífero Valle de Buenavista.

## 2.7 PRECIPITACIÓN DE LA ZONA

El Estado de Querétaro recibe anualmente como precipitación media 681 mm. Su disposición geográfica así como los eventos orogénicos son factores que influyen en el clima del Estado, pudiendo así existir variación en la precipitación media anual. En zonas comprendidas a elevación mayor la precipitación oscila entre los 400 y 1750 mm. En zonas de elevación menor la precipitación oscila entre los 500 y 600 mm anuales.

Las lluvias en el Estado se presentan entre los meses de mayo y octubre, siendo de estos junio y julio los más lluviosos, con precipitaciones mensuales de 120 a 170 mm. En los meses no comprendidos en este intervalo la precipitación es aproximada de 10 mm.

El Estado presenta temperatura media anual de 17°C. El aumento de la misma se presenta con una tendencia gradual creciente de sur a norte (SARH, 1988).



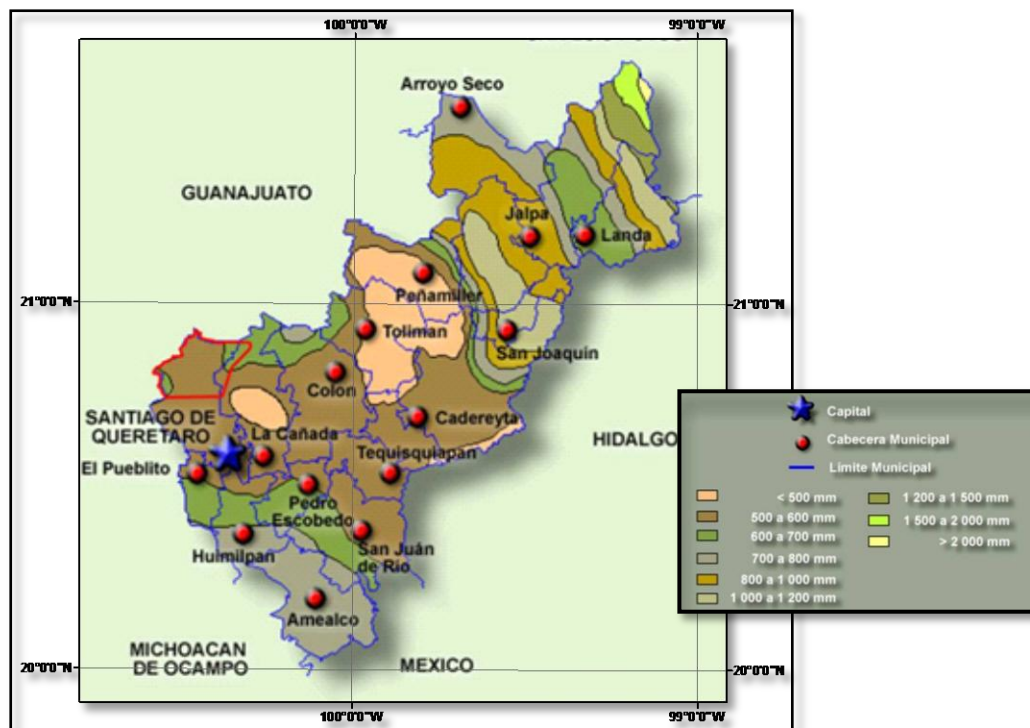


Figura 8. Precipitación en el Estado de Querétaro ( Tomado de INEGI, 2011)

## 2.8 TEMPERATURA

El Estado de Querétaro presenta temperatura media anual de 17°C. El aumento de la misma se presenta con una tendencia gradual creciente de sur a norte. (SARH, 1988)

## 2.9 APROVECHAMIENTO DE SUELO

En el municipio de Querétaro y El Marqués, los suelos son denominados negros o Chernozem, los cuales son de origen residual, aluvial y coluvial, que contienen abundante materia orgánica. Alcanzan espesores de 3 a 6 m; ocurren en terrenos planos o de poca pendiente y son de fertilidad adecuada para la producción agrícola intensiva, con climas templados y lluvias o humedad regular.

En la mayor parte de la superficie se desarrollan praderas de cultivo de temporal y, en menor medida, de riego. En los alrededores, en las regiones altas, la vegetación endémica es empleada comúnmente para el desarrollo pecuario (Figura 9 y 10).

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

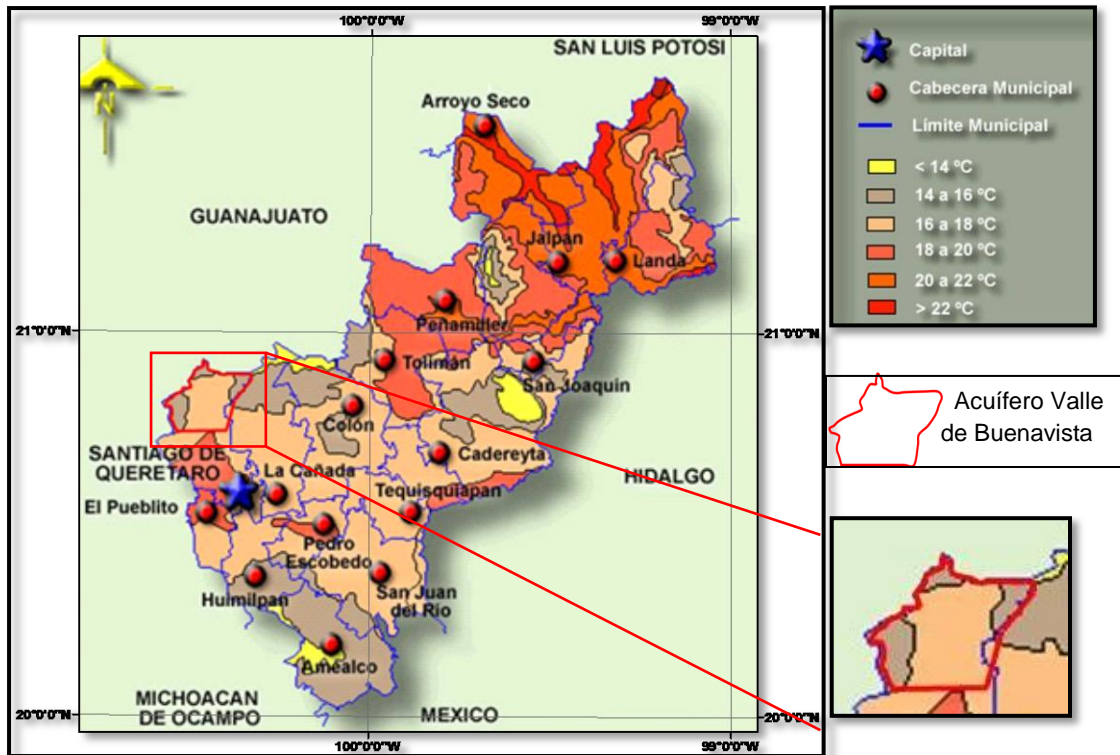


Figura 9. Mapa del Estado de Querétaro en donde se presentan la temperatura (Tomado de INEGI, 2011).

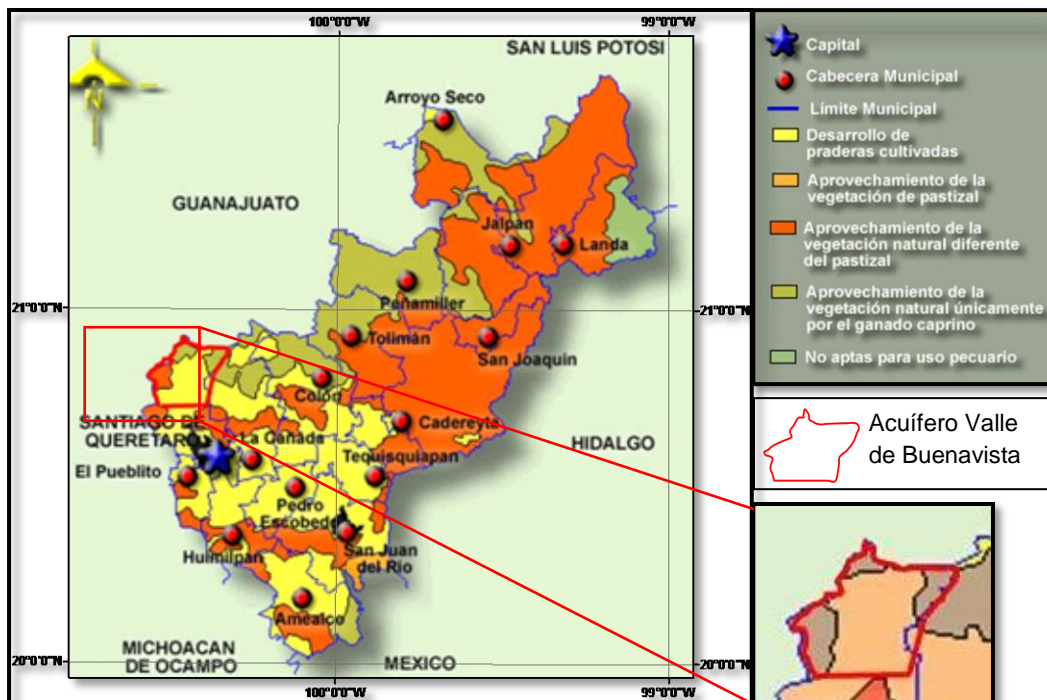


Figura 10. Mapa del Estado de Querétaro en donde se presentan el aprovechamiento del suelo (Tomado de INEGI, 2011).

## 2.10 VEGETACIÓN

El tipo de vegetación se distribuye de la siguiente manera: bosque caducifolio espinoso y bosque esclerófilo caducifolio en los altos topográficos, pastizal mediano abierto y matorral crasicaule en las planicies. Las especies más comunes reconocidas son el huizache, granjeno, palo bobo, palo sishiote y uña de gato.

Respecto de las cactáceas hay varias especies de biznagas, cola de diablo, garambullo, nopal (opuntias) órgano y yuca queretaroensis. Entre las especies mayores hay ahuehuete o sabino en menor grado; álamo y alamillo, araucaria, encino, eucalipto, flamboyán, jacaranda, mezquite, paraíso, pirul, sauce, trueno y algunas otras pináceas como: alcanfor, casuarina, ciprés y fresno. De los frutales: aguacate, capulín, ciruela, durazno, granada, higo, lima, limón, manzana, membrillo, naranja, zapote.

Dentro de la variedad de especies de ornato, silvestre o cultivadas, arbusto y flor, hay casi todas las especies de geranio; agapando, alcatraz, arete, azalea, azucena, barba del rey, begonia, flor de nochebuena, bugambilia, clavel, gazonia, girasol, hortensia, lirio, manto, pasionaria, pensamiento, rosa, violeta y tulipán

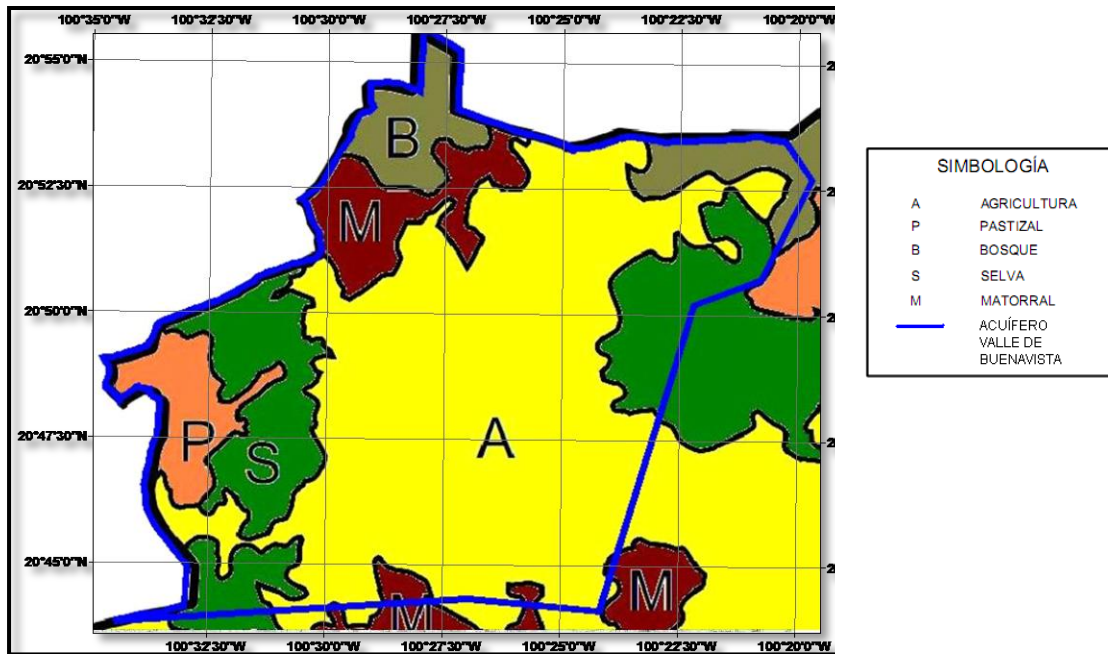


Figura 11. Tipos de vegetación que predominantes en el área del acuífero Valle de Buenavista (Tomado de INEGI, 2011).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## ***CAPÍTULO TRES***

### ***GEOLOGÍA***



### **3. GEOLOGÍA**

#### **3.1 GEOLOGÍA REGIONAL**

En la porción central de México, abarcando parte de los estados de Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Jalisco y de México, se ubican las provincias denominadas Mesa Central y Sierra Madre Oriental, mientras que la porción sur corresponde a la Provincia del Eje Neovolcánico (E. Raisz, 1959)

Las rocas que componen la columna estratigráfica varían en la edad, ya que comprenden el intervalo del Jurásico Superior – Cretácico Inferior al Holoceno. Como unidades más antiguas tenemos aquellas representadas por secuencias volcanosedimentarias, metamorizadas que se distinguen por sus características estructurales tales como su deformación así como su semejanza litológica y posición estratigráfica y se relacionan con la secuencia volcanosedimentaria de arco intraoceánico que aflora en parte del distrito minero de Guanajuato. Ésta unidad volcanosedimentaria presenta una cabalgadura, producto tectonismo regional y se compone de una secuencia sedimentaria compuesta por calizas de estratificación delgada con carácter calcáreo, horizontes de grauvaca con edades calculadas por posición estratigráfica del Jurásico superior y Cretácico Inferior. En el área de estudio aflora una secuencia rítmica constituida por calizas de estratificación delgada, lutitas y limolitas calcáreas con bandas de pedernal; con base en su carácter calcáreo-arcillosos es posible inferir que su depósito se realizó en mares someros (SGM, 1999, F14-10 GM).

En el Cenozoico ocurrió el depósito de un conglomerado polimíctico mal clasificado, constituido por clastos de origen sedimentario, metamórfico e ígneo, cementados en una matriz arenosa con intercalaciones de niveles arenosos. Esta unidad es conocida informalmente como Conglomerado Rojo de Guanajuato, ubicado estratigráficamente en el Eoceno, según fechamientos paleontológicos de vertebrados, efectuados por Ferrusquia (1987). El Oligoceno está presentado por emisiones volcánicas de composición riolítica, tobas riolíticas y andesitas, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en el área y son correlacionables con unidades que afloran en el distrito minero de Guanajuato (Nieto, 1996) y el grupo volcánico oligocénico que cubre la Sierra Madre Occidental (Ortega, 1992).

En la localidad de Juriquilla, Querétaro, aflora un cuerpo hipabisal clasificado como pórfido riolítico que afecta la secuencia sedimentaria del Cretácico Superior. Dicha unidad intrusión a andesitas; también se tiene un tronco de composición granodiorítico conocido como intrusivo de Iramuco que por su edad y por sus relaciones estratigráficas se le ha asignado pertenecer al Oligoceno, mas no con precisión.

Durante el Mioceno, se tienen lavas andesíticas y riolíticas que corresponden a las edades del volcán Zamorano (Carrasco N, et. al. 1989) y a las del Volcán Palo Huérfano datadas entre 16 y 11 Ma (Pérez V. et. al., 1996). Dentro de éste mismo periodo se inicia el relleno de las depresiones del Bajío y San Miguel de Allende, con sedimentos continentales, areniscas y conglomerados depositados en ambientes lacustres. Durante el Plioceno y hasta el Pleistoceno, se tiene otra actividad volcánica al sur (Pasquare et. al., 1990) que corresponde al Eje Neovolcánico, caracterizado por la presencia de numerosos aparatos volcánicos. Existe, como

producto de esta actividad, derrames, brechas, tobas y flujos de composición intermedia a básica. Así mismo, se tienen volcanes de tipo de escudo, monogenéticos y/o maar, así como también numerosos conos cineríticos.

Las estructuras volcánicas se presentan asociadas a emisiones complejas como las que se presentan en el área de Amealco, Qro., donde se tienen una caldera resurgente (Smith y Bailey, 1986). En el área aflora una delgada capa aluvión en las planicies de inundación del Río Lerma-Santiago.

El complejo vulcanosedimentario metamorfizado de edad Mesozoica presenta afectación por estructuras secundarias que corresponden con pliegues y micropliegues, así como foliación y cabalgaduras. La orientación general de la foliación en estas unidades tienen un rumbo NE50°-80°, y de inclinación 20° a 40° al NW. El fallamiento y fracturamiento de rocas miocénicas son asociadas a la evolución y emplazamiento de las fajas volcánicas occidentales y centrales del territorio mexicano, tales como la Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico Transmexicano. Los conos volcánicos y cineríticos que existen están orientados ENE-WSW presentando alineaciones estructurales relacionadas al eje neovolcánico (SGM, 1999, F14-10 GM).

El volcán Pénjamo y El Zamorano en conjunto ocasionaron derrames durante el Mioceno que en la actualidad se ven afectadas por una densa red de fallas y fracturas asociadas y orientadas aproximadamente con rumbo N-S.

Las zonas mineralizadas localizadas en el municipio de Querétaro, Qro., consisten en vetas epitermales con leyes de 0.26 g/ton de Au y 207 g/ton de Ag. Yacimientos de ópalo se encuentran presentes en Querétaro en San Juan del Río-Colón. El ópalo se encuentra alojado en vesículas y huecos originados por el escape de gases durante el proceso de enfriamiento de la riolita. Entre las variedades destacadas, tenemos el ópalo común y precioso de distintos colores. Es importante mencionar que existe una gran cantidad de canteras y minas de bancos de material para la construcción en el área. De aquí se obtienen productos utilizados como agregados de concreto y derivados para la producción de cemento.

### 3.2 GEOLOGÍA HISTÓRICA

Sobre el basamento Mesozoico de rocas sedimentarias que aflora en una pequeña porción en el área de Juriquilla, se depositaron las diferentes unidades litoestratigráficas que pertenecen a las Provincias de la Sierra Madre Occidental y de la Faja Volcánica Transmexicana.

Para el Valle de Buenavista, la primera unidad corresponde a derrames de rocas básicas, compuesta de basaltos de olivino, los cuales afloran al norte de la cuenca, sobre los cuales se emplazan los domos riolíticos y las ignimbritas oligocénicas, que representan el vulcanismo coetáneo con la gran formación de ignimbritas de la Sierra Madre Occidental (SMOc) durante ésta época.

Después del hiato que se produce durante el Mioceno inferior, se produce una reorganización de las placas y la migración de la zona de subducción (Ferrari *et al.*, 1994), lo que origina la migración del arco de la Sierra Madre Occidental con dirección NW, a una posición casi EW como esta en la actualidad, es decir, ocurrió una transición entre las provincias de la SMOc y la Faja Volcánica Transmexicana.

A partir del Mioceno medio se emplazaron los domos dacíticos del Paisano en la región norte del Valle, seguido por un vulcanismo que produce andesitas a partir de los volcanes Cerro Grande y Zamorano, así como el depósito de los volcanoclásticos de Querétaro; la actividad volcánica continuó en el Mioceno Superior con el emplazamiento de más rocas básicas como son las andesitas en el norte de la cuenca y las mesetas del basalto Querétaro. Es a finales del Mioceno, cuando comienza su actividad el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende, cuya actividad se extiende justo hasta el límite occidental del Valle.

Durante el Mioceno tardío, se produce al oriente de la cuenca la formación de la caldera de Amazcala la que expulsó durante su actividad la ignimbrita Colón y la pómez Ezequiel Montes y finaliza con el emplazamiento de los domos riolíticos conformando el anillo alrededor de la caldera. Esta actividad riolítica puede continuar hasta el Plioceno inferior, tal como se observa en los diques que intrusionan a las andesitas.

Debido a la escasa precisión que aún existe sobre la edad de los sedimentos que rellenan el valle, no se puede situar con mayor certeza el tiempo de depósito, y por lo tanto, su ubicación exacta dentro de la historia geológica de la región.

Sobre todas las unidades de roca expuestas se produce erosión y el posterior depósito en los piedemontes de los sedimentos acarreados por el agua y la gravedad hacia el Valle de Buenavista, donde se tiene aluvión.

### 3.3 PRINCIPALES ESTRUCTURAS y NEOTECTÓNICA

El fallamiento con orientación ENE-WSW está asociado al Sistema de Fallas Chapala-Acambay que es paralelo al Cinturón Volcánico Mexicano. Se han definido a este sistema como un fallamiento intra-arco, el cual es correlacionable sísmicamente. Fallas sismogénicas son las que originaron los grabens y semigrabens relativamente cercanos a la ciudad de Querétaro, como el semigraben de Aljibes, el valle del Mezquital y el graben de Acambay (Suter *et al.*, 1995), (Figura 12).

Por otro lado, el sistema Taxco se caracteriza por presentar fallamiento NNW-SSE, se ha considerado, por su orientación, como parte de la Subprovincia de Cuencas y Sierras y por lo tanto más antiguo que el fallamiento ENE-WSW, ya que se tienen registros de que el fallamiento de Cuencas y Sierras pudo haber sucedido hace 30 millones de años (Aguirre-Díaz y McDowell, 1993) y en algunas partes desde hace 49 millones de años (Aranda y McDowell, 1998).

Los estudios regionales de fallamiento activo en México indican que al norte del Cinturón Volcánico Mexicano la deformación por extensión originó Cuencas y Sierras (fallamiento normal NNW-SSE y NS), la cual han continuado hasta el presente, o al menos hasta el Cuaternario.

Con base en lo anterior, se infiere que el graben de Querétaro al principio tuvo una orientación NNW limitado por fallas antiguas de la provincia de Cuencas y Sierras; posteriormente fue afectado por fallamiento de rumbo ENE-WSW, asociado al sistema intra-arco del Cinturón Volcánico Mexicano. Finalmente sucedió la reactivación de fallas NNW y SSE, que limitan al graben de Querétaro al occidente y oriente, respectivamente.

Este arreglo dio como resultado un graben limitado por fallas tanto al norte y sur, como en el oeste y este.

Regionalmente tenemos a un complejo vulcanosedimentario metamorfizado de edad Mesozoica, presenta afectación por estructuras más antiguas causando pliegues y micropliegues, así como foliación y cabalgaduras observables en afloramiento ubicados al este del complejo. La orientación general de la foliación en estas unidades tienen un rumbo NE50°-80° y en inclinación 20° a 40° al NW. El fallamiento y fracturamiento de rocas miocénicas son asociadas a la evolución y emplazamiento de las fajas volcánicas occidentales y centrales del territorio mexicano tales como la Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico Transmexicano. Los conos volcánicos y Cineríticos son orientados ENE-WSW presentando características estructurales relacionadas al Eje Neovolcánico. (SGM, 1999, F14-10 GM).

El volcán Pénjamo y El Zamorano en conjunto ocasionaron derrames durante Mioceno, que en la actualidad se ven afectadas por una densa red de fallas y fracturas asociadas y orientadas aproximadamente con rumbo N-S.



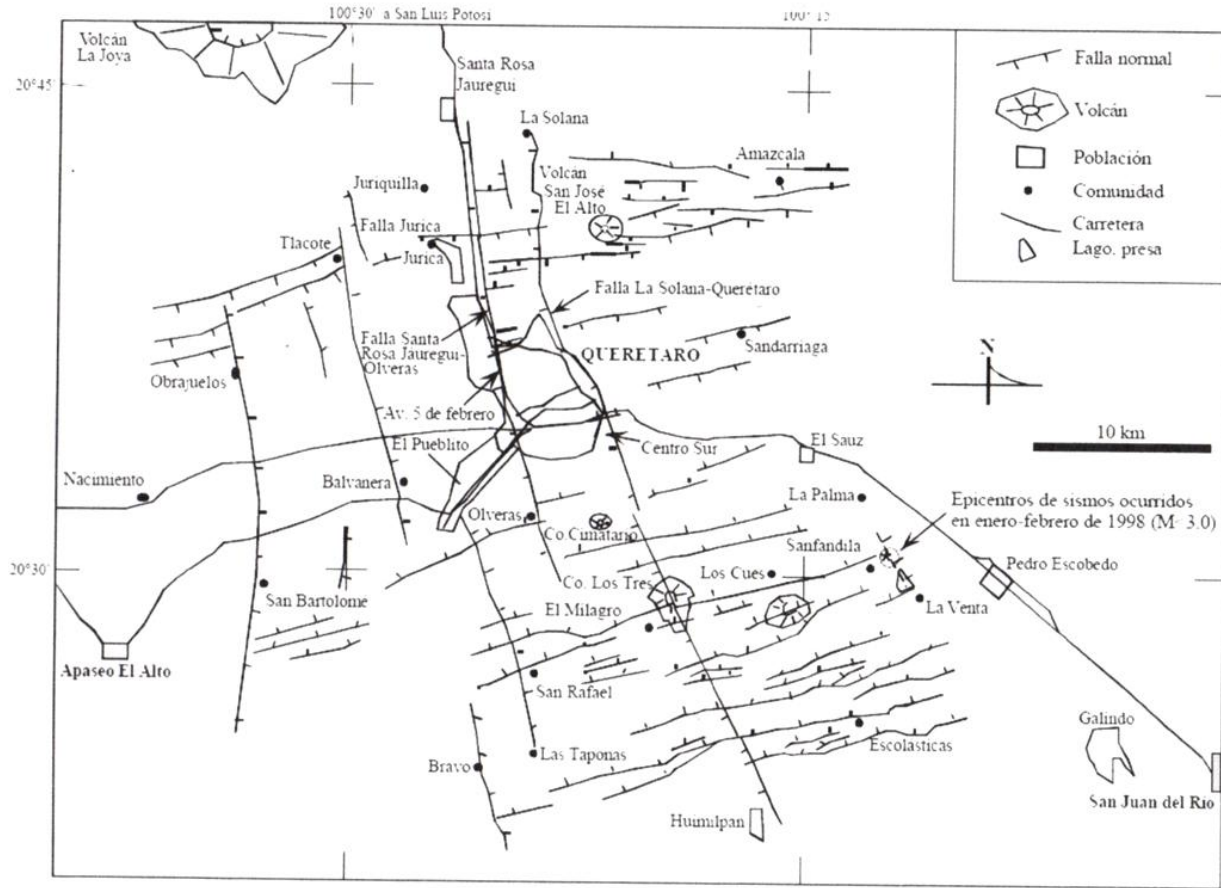


Figura 12. Mapa estructural del Estado de Querétaro (Tomado de Aguirre-Díaz, 1996).

### 3.4 ESTRATIGRAFÍA

La secuencia estratigráfica está constituida por unidades de origen volcánico y unidades sedimentarias de origen clástico y químico (calizas), las cuales han sido ampliamente descritas en los trabajos realizados por Nelson y Sánchez-Rubio (1986), Verma (1991) Aguirre-Díaz, (1996), Dávalos-Álvarez y Nieto-Samaniego (2002) y Dávalos-Álvarez (2003), de donde se extrajo lo mas representativo de la unidad y cuya posición se muestra en la figura 13.

#### Depósitos Aluviales

Éste tipo de depósitos se encuentran distribuidos en las partes bajas del área, en pequeñas acumulaciones formando el relleno de los valles. La unidad está constituida principalmente de gravas y bloques ignimbríticos, andesíticos y basálticos en una matriz areno-arcillosa, con espesores que varían desde menos de un metro hasta los 80 metros.

El suelo residual proviene de casi todos los tipos de roca que se encuentran en la zona, con una mayor abundancia sobre la roca basáltica.

### Derrames basálticos y andesíticos

La andesita se encuentra alterada y fracturada la que se presenta como coladas de lava y derrames de tipo pahoehoe, en ocasiones los derrames presentan estructuras columnares y texturas tanto afaníticas como porfidíticas, y rara vez escoriacea, con cristales de plagioclasa alterados.

Presenta alteraciones de tipo supergénico. La andesita se encuentra interdigitada con basalto. Estos afloramientos se localizan a pie de las estructuras volcánicas andesíticas que rodean el área del acuífero.

Los basaltos afloran al Cerro Pie de Gallo, en el Valle de Buenavista, para la zona centro-sur conforman a los cerros de la Mesa Encinalito y La Mesa, La Cruz y Cerro Alto.

### Tobas

Se presenta en forma de capas horizontales con espesor variable de 2 a 5 m, constituidas por fragmentos de color gris a negro en una matriz arenosa compacta de aspecto terroso. Forma planicies amplias con alturas de 2,000 a 2,200 msnm y se presentan en espesores entre 15 y 30 m, aunque llegan a alcanzar los 70 m.

Esta unidad ha sido erosionada en la zona, a excepción de un sitio cercano a El Salto. Localmente no se pueden correlacionar, ya que no afloran totalmente en el área del acuífero, pero la estratigrafía con el acuífero Valle de Querétaro es similar.

### Ignimbrita

Estas secuencias ignimbríticas contienen fragmentos de cuarzo en una matriz criptocrystalina. Su disposición varía desde flujos bien definidos hasta estructuras masivas. Las coloraciones son variables desde tonos rosados a rojos púrpura. Los afloramientos en la zona sureste del acuífero son de mayor espesor que los de la zona occidental.

Tiene fracturamiento vertical principalmente en tres direcciones, en algunas zonas tiene aspecto lajeado, con fracturas abiertas que se cierran a profundidad.

### Basalto

Los derrames basálticos son de color negro con textura afanítica. Esta unidad presenta planos de fracturamiento y oxidación de tonalidad parda. El basalto es masivo y denso, y presenta fracturamiento secundario por efectos de deformación por extensión.

### Conglomerado

Esta unidad fue formada por la erosión y posterior depósito de clastos de roca caliza y en menor proporción fragmentos de roca volcánica. Estos depósitos están asociados a una tectónica activa que, origina el levantamiento del terreno, producto del emplazamiento de cuerpos intrusivos y por procesos orogénicos.

### Caliza y lutitas

Esta unidad es la más antigua que se ha cartografiado, sin embargo no representa el basamento de la secuencia estratigráfica, ya que la unidad de calizas fue levantada por eventos orogénicos y de intrusión. La caliza aflora en la zona suroccidental del acuífero, al norte del poblado de Buenavista.

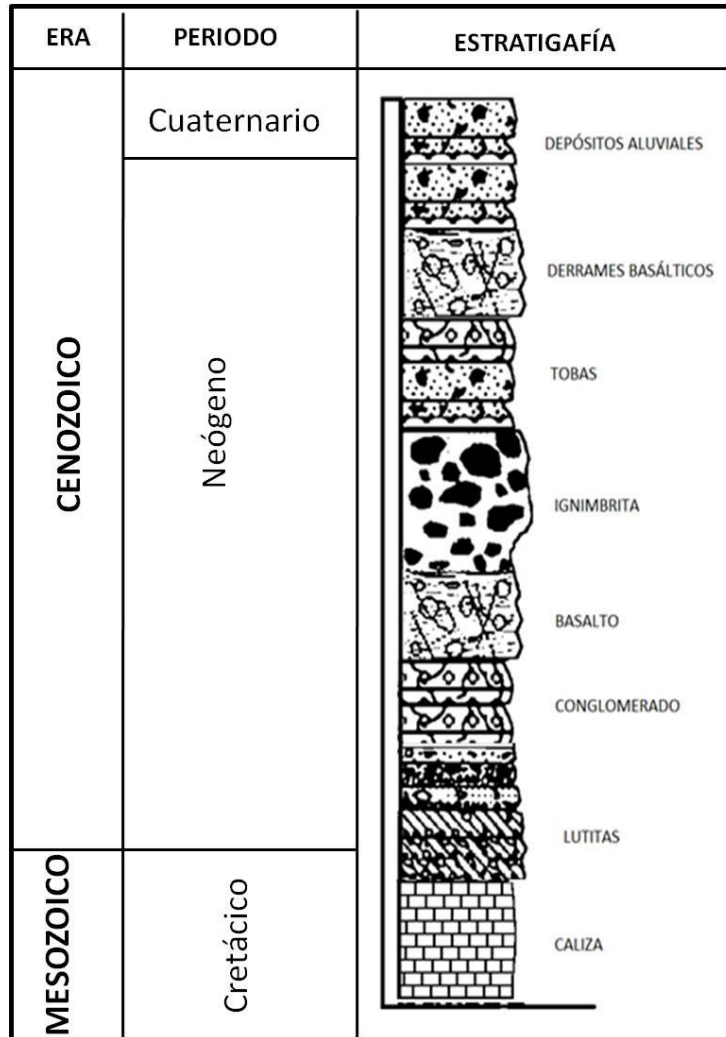


Figura 13. Columna estratigráfica de la región del acuífero Valle de Buenavista (Tomado de Guysa, 1994)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## ***CAPÍTULO CUATRO***

### ***GEOMORFOLOGÍA***



#### 4. GEOMORFOLOGÍA

El Valle de Buenavista se encuentra en los límites de las provincias fisiográficas de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) y la Mesa Central. (Figura. 14)

A su vez, se encuentra dentro de la Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro, donde se tiene un conjunto de estructuras volcánicas complejas. Al pie de la Sierra la Joya, en el Valle de Buenavista, se tienen laderas de pendiente suave de pie de monte, con suelos de profundidad moderada y pedregoso en ocasiones, que descansan sobre tobas y conglomerados de cantos rodados. Al sur de la Sierra de La Joya se tienen terrenos complejos de mesetas, valles angostos, lomeríos formados por rocas volcánicas diversas. Al este del acuífero, se encuentra el Cerro Grande y Cerro Alto con 2500 m de altitud promedio. Al oeste se encuentra el Cerro Pájaro Azul con 2480 msnm y al norte de este el Cerro Tambula (límites entre los Estados de Guanajuato y Querétaro) con 2610 msnm.

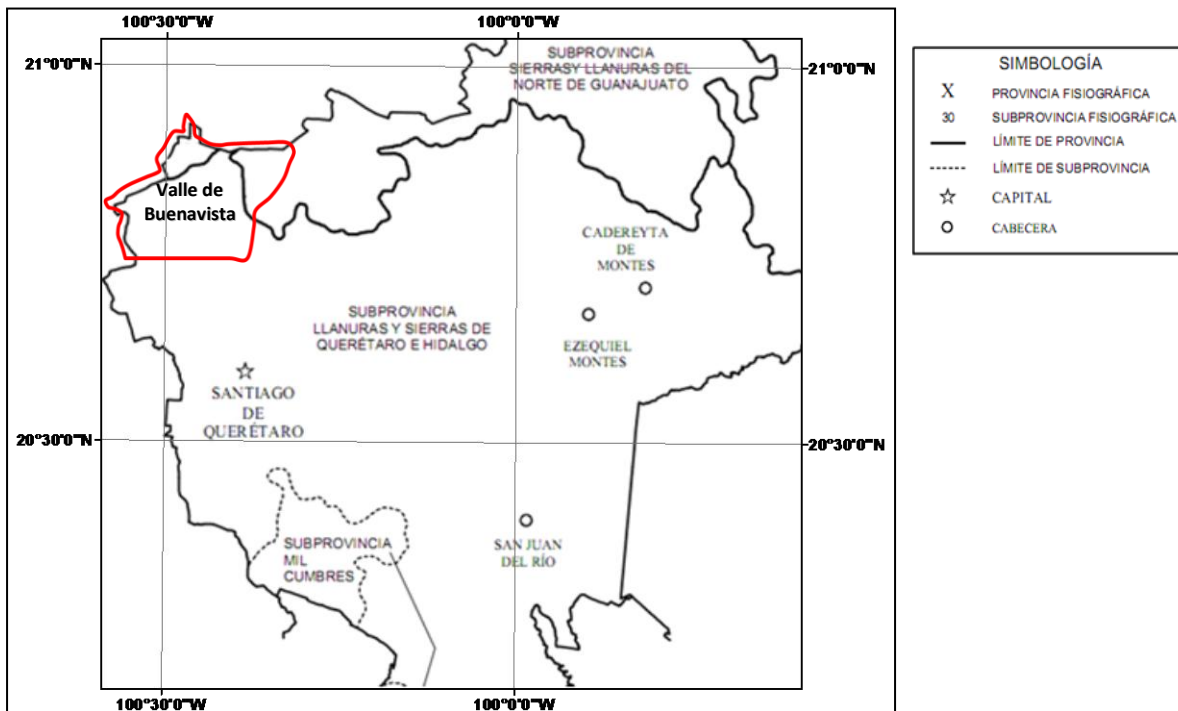


Figura 14. Ubicación Fisiográfica de la zona del Acuífero Valle de Buenavista (Tomado de INEGI, 2011).

Al pie de la Sierra de El Zamorano, en El Marqués, encontramos zonas de lomeríos y pequeñas llanuras, con pendientes moderadas o fuertes constituidos por andesitas, riolitas y tobas ácidas (rocas ricas en sílice), que se consideran parte de una caldera o cráter de explosión, se alinean al noreste del Llano de Amazcala.

Existen algunas zonas planas localizadas al norte y oriente de Chichimequillas y zonas de valles y llanuras en Buenavista, Chichimequillas, Atongo y Alfajayucan. La altitud de ésta oscila entre los 2050 msnm en el Valle de Buenavista y 1950 msnm en el Valle de Chichimequillas.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **CAPÍTULO CINCO**

### **APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS**



## 5. APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS

### 5.1. CENSO DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS Y MEDICIONES PIEZOMÉTRICAS

Un total de 84 aprovechamientos subterráneos fueron censados en el acuífero Valle de Buenavista, de estos, 83 pozos se encuentran en el municipio de Querétaro y 1 en el municipio de El Marqués (Figura 14).

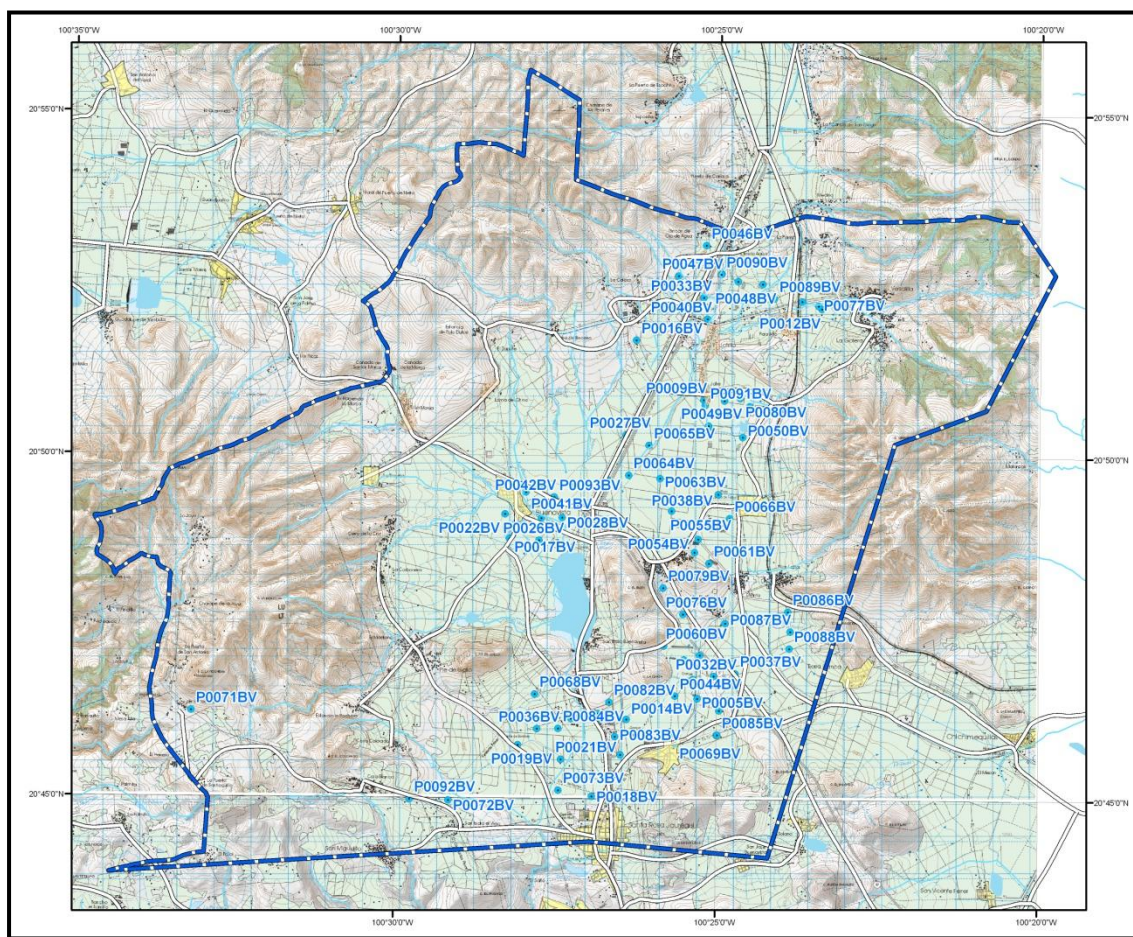


Figura 15. Localización de los Pozos.

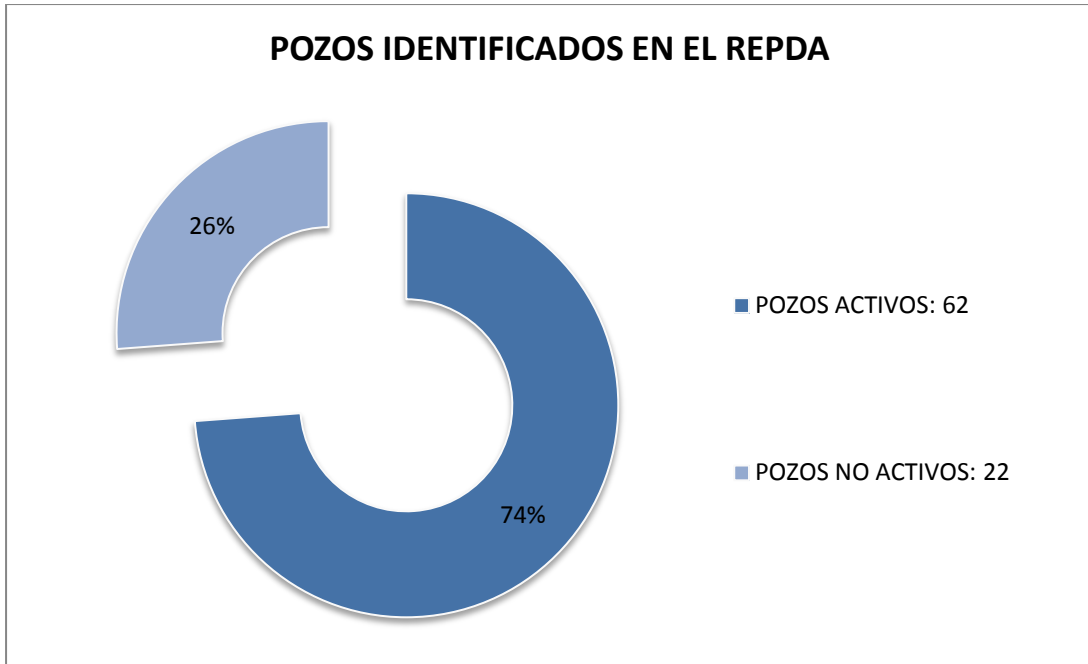
De estos pozos, solamente 56 pudieron ser cotejados con la base de datos del REPDA, para lo cual se consideró el nombre del titular, nombre del aprovechamiento o por la ubicación geográfica.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

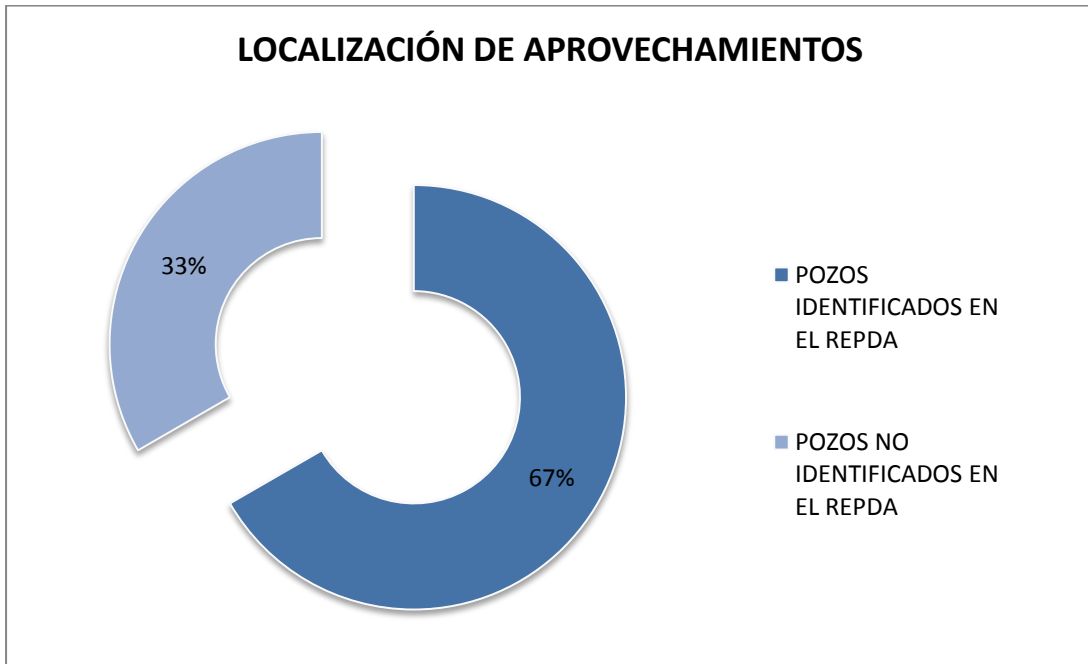
No.	Clave Aprovechamiento	Título Identificado	No.	Clave Aprovechamiento	Título Identificado
1	P0001BV	NO	43	P0044BV	SI
2	P0002BV	SI	44	P0045BV	SI
3	P0003BV	NO	45	P0046BV	SI
4	P0004BV	SI	46	P0047BV	NO
5	P0005BV	SI	47	P0048BV	SI
6	P0006BV	SI	48	P0049BV	SI
7	P0007BV	SI	49	P0050BV	SI
8	P0008BV	SI	50	P0051BV	SI
9	P0009BV	NO	51	P0052BV	NO
10	P0010BV	SI	52	P0053BV	NO
11	P0011BV	SI	53	P0054BV	SI
12	P0012BV	SI	54	P0055BV	SI
13	P0013BV	SI	55	P0056BV	SI
14	P0014BV	SI	56	P0060BV	SI
15	P0015BV	SI	57	P0061BV	SI
16	P0016BV	SI	58	P0062BV	SI
17	P0017BV	NO	59	P0063BV	NO
18	P0018BV	SI	60	P0064BV	NO
19	P0019BV	SI	61	P0065BV	SI
20	P0020BV	SI	62	P0066BV	SI
21	P0021BV	NO	63	P0068BV	NO
22	P0022BV	SI	64	P0069BV	NO
23	P0023BV	SI	65	P0071BV	NO
24	P0024BV	SI	66	P0072BV	SI
25	P0025BV	SI	67	P0073BV	NO
26	P0026BV	SI	68	P0074BV	NO
27	P0027BV	SI	69	P0076BV	SI
28	P0028BV	SI	70	P0077BV	SI
29	P0030BV	SI	71	P0079BV	NO
30	P0031BV	SI	72	P0080BV	SI
31	P0032BV	NO	73	P0082BV	SI
32	P0033BV	NO	74	P0083BV	SI
33	P0034BV	SI	75	P0084BV	SI
34	P0035BV	SI	76	P0085BV	SI
35	P0036BV	SI	77	P0086BV	NO
36	P0037BV	SI	78	P0087BV	NO
37	P0038BV	NO	79	P0088BV	SI
38	P0039BV	NO	80	P0089BV	NO
39	P0040BV	NO	81	P0090BV	SI
40	P0041BV	NO	82	P0091BV	NO
41	P0042BV	NO	83	P0092BV	SI
42	P0043BV	NO	84	P0093BV	SI

Tabla 1. Pozos con Título identificado en Base Repda 2010





Gráfica 1. Porcentual de Pozos identificados en el REPDA 2010



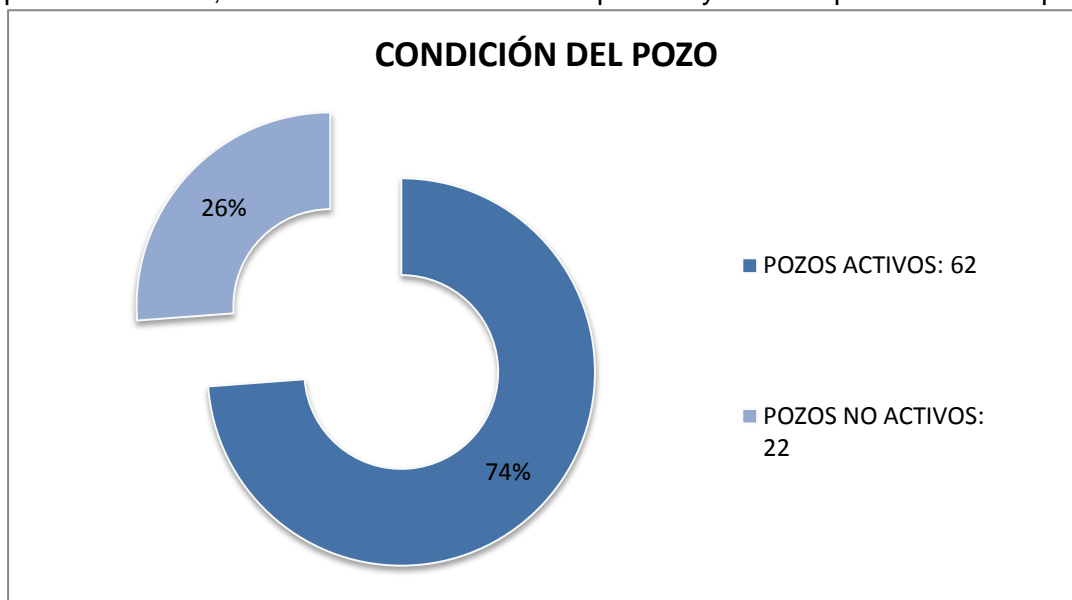
Gráfica 2. Porcentual de localización de aprovechamientos 2010

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

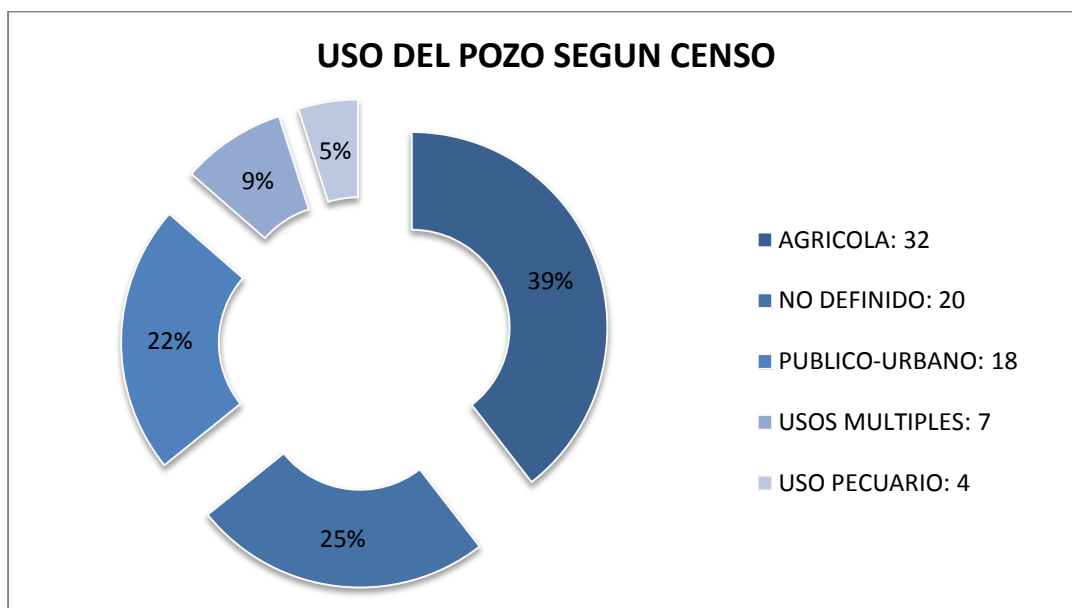
No.	Clave Aprovechamiento	Municipio	No.	Clave Aprovechamiento	Municipio
1	P0001BV	QUERÉTARO	43	P0044BV	QUERÉTARO
2	P0002BV	QUERÉTARO	44	P0045BV	QUERÉTARO
3	P0003BV	QUERÉTARO	45	P0046BV	QUERÉTARO
4	P0004BV	QUERÉTARO	46	P0047BV	QUERÉTARO
5	P0005BV	QUERÉTARO	47	P0048BV	QUERÉTARO
6	P0006BV	QUERÉTARO	48	P0049BV	QUERÉTARO
7	P0007BV	QUERÉTARO	49	P0050BV	QUERÉTARO
8	P0008BV	QUERÉTARO	50	P0051BV	QUERÉTARO
9	P0009BV	QUERÉTARO	51	P0052BV	QUERÉTARO
10	P0010BV	QUERÉTARO	52	P0053BV	QUERÉTARO
11	P0011BV	QUERÉTARO	53	P0054BV	QUERÉTARO
12	P0012BV	QUERÉTARO	54	P0055BV	QUERÉTARO
13	P0013BV	QUERÉTARO	55	P0056BV	QUERÉTARO
14	P0014BV	QUERÉTARO	56	P0060BV	QUERÉTARO
15	P0015BV	QUERÉTARO	57	P0061BV	QUERÉTARO
16	P0016BV	QUERÉTARO	58	P0062BV	QUERÉTARO
17	P0017BV	QUERÉTARO	59	P0063BV	QUERÉTARO
18	P0018BV	QUERÉTARO	60	P0064BV	QUERÉTARO
19	P0019BV	QUERÉTARO	61	P0065BV	QUERÉTARO
20	P0020BV	QUERÉTARO	62	P0066BV	QUERÉTARO
21	P0021BV	QUERÉTARO	63	P0068BV	QUERÉTARO
22	P0022BV	QUERÉTARO	64	P0069BV	QUERÉTARO
23	P0023BV	QUERÉTARO	65	P0071BV	QUERÉTARO
24	P0024BV	QUERÉTARO	66	P0072BV	QUERÉTARO
25	P0025BV	QUERÉTARO	67	P0073BV	QUERÉTARO
26	P0026BV	QUERÉTARO	68	P0074BV	QUERÉTARO
27	P0027BV	QUERÉTARO	69	P0076BV	QUERÉTARO
28	P0028BV	QUERÉTARO	70	P0077BV	QUERÉTARO
29	P0030BV	QUERÉTARO	71	P0079BV	QUERÉTARO
30	P0031BV	QUERÉTARO	72	P0080BV	QUERÉTARO
31	P0032BV	QUERÉTARO	73	P0082BV	QUERÉTARO
32	P0033BV	QUERÉTARO	74	P0083BV	QUERÉTARO
33	P0034BV	QUERÉTARO	75	P0084BV	QUERÉTARO
34	P0035BV	QUERÉTARO	76	P0085BV	QUERÉTARO
35	P0036BV	QUERÉTARO	77	P0086BV	QUERÉTARO
36	P0037BV	QUERÉTARO	78	P0087BV	QUERÉTARO
37	P0038BV	QUERÉTARO	79	P0088BV	EL MARQUÉS
38	P0039BV	QUERÉTARO	80	P0089BV	QUERÉTARO
39	P0040BV	QUERÉTARO	81	P0090BV	QUERÉTARO
40	P0041BV	QUERÉTARO	82	P0091BV	QUERÉTARO
41	P0042BV	QUERÉTARO	83	P0092BV	QUERÉTARO
42	P0043BV	QUERÉTARO	84	P0093BV	QUERÉTARO

Tabla 2. Ubicación de Pozos. 2010

A su vez, se realizó una verificación de diversos aspectos en cuanto a las condiciones en las que los pozos se encuentran. De los 84 pozos, 62 se encuentran activos y 22 están inactivos. De estos, 32 son agrícolas, 20 no se encuentran definidos, 18 son público-urbanos, 7 de usos múltiples y 4 para uso pecuario.



Grafica 3. Porcentual de condición del Pozo (Datos en tabla 3)



Gráfica 4. Porcentual de uso de los pozos (Datos en Tabla 4.)

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Clave Aprovechamiento	Condición	No.	Clave Aprovechamiento	Condición
1	P0001BV	ACTIVO	43	P0044BV	ACTIVO
2	P0002BV	INACTIVO	44	P0045BV	INACTIVO
3	P0003BV	INACTIVO	45	P0046BV	ACTIVO
4	P0004BV	ACTIVO	46	P0047BV	ACTIVO
5	P0005BV	ACTIVO	47	P0048BV	ACTIVO
6	P0006BV	ACTIVO	48	P0049BV	INACTIVO
7	P0007BV	ACTIVO	49	P0050BV	ACTIVO
8	P0008BV	ACTIVO	50	P0051BV	ACTIVO
9	P0009BV	ACTIVO	51	P0052BV	ACTIVO
10	P0010BV	ACTIVO	52	P0053BV	ACTIVO
11	P0011BV	ACTIVO	53	P0054BV	ACTIVO
12	P0012BV	INACTIVO	54	P0055BV	ACTIVO
13	P0013BV	ACTIVO	55	P0056BV	ACTIVO
14	P0014BV	ACTIVO	56	P0060BV	ACTIVO
15	P0015BV	INACTIVO	57	P0061BV	ACTIVO
16	P0016BV	ACTIVO	58	P0062BV	ACTIVO
17	P0017BV	ACTIVO	59	P0063BV	ACTIVO
18	P0018BV	ACTIVO	60	P0064BV	ACTIVO
19	P0019BV	ACTIVO	61	P0065BV	ACTIVO
20	P0020BV	INACTIVO	62	P0066BV	ACTIVO
21	P0021BV	ACTIVO	63	P0068BV	ACTIVO
22	P0022BV	ACTIVO	64	P0069BV	INACTIVO
23	P0023BV	ACTIVO	65	P0071BV	ACTIVO
24	P0024BV	INACTIVO	66	P0072BV	ACTIVO
25	P0025BV	ACTIVO	67	P0073BV	ACTIVO
26	P0026BV	INACTIVO	68	P0074BV	INACTIVO
27	P0027BV	ACTIVO	69	P0076BV	ACTIVO
28	P0028BV	ACTIVO	70	P0077BV	ACTIVO
29	P0030BV	ACTIVO	71	P0079BV	ACTIVO
30	P0031BV	ACTIVO	72	P0080BV	ACTIVO
31	P0032BV	ACTIVO	73	P0082BV	INACTIVO
32	P0033BV	INACTIVO	74	P0083BV	INACTIVO
33	P0034BV	ACTIVO	75	P0084BV	INACTIVO
34	P0035BV	ACTIVO	76	P0085BV	ACTIVO
35	P0036BV	INACTIVO	77	P0086BV	ACTIVO
36	P0037BV	ACTIVO	78	P0087BV	INACTIVO
37	P0038BV	ACTIVO	79	P0088BV	INACTIVO
38	P0039BV	ACTIVO	80	P0089BV	INAVTIO
39	P0040BV	ACTIVO	81	P0090BV	INACTIVO
40	P0041BV	ACTIVO	82	P0091BV	INACTIVO
41	P0042BV	ACTIVO	83	P0092BV	ACTIVO
42	P0043BV	ACTIVO	84	P0093BV	INACTIVO

Tabla 3. Condición de los Aprovechamientos 2010.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Clave Aprovechamiento	Uso detectado	No.	Clave Aprovechamiento	Uso detectado
1	P0001BV	USO NO DEFINIDO	43	P0044BV	AGRÍCOLA
2	P0002BV	USO NO DEFINIDO	44	P0045BV	USO NO DEFINIDO
3	P0003BV	USO NO DEFINIDO	45	P0046BV	PÚBLICO-URBANO
4	P0004BV	AGRÍCOLA	46	P0047BV	AGRÍCOLA
5	P0005BV	AGRÍCOLA	47	P0048BV	PECUARIO
6	P0006BV	AGRÍCOLA	48	P0049BV	USO NO DEFINIDO
7	P0007BV	AGRÍCOLA	49	P0050BV	PECUARIO
8	P0008BV	AGRÍCOLA	50	P0051BV	PECUARIO
9	P0009BV	AGRÍCOLA	51	P0052BV	AGRÍCOLA
10	P0010BV	AGRÍCOLA	52	P0053BV	AGRÍCOLA
11	P0011BV	AGRÍCOLA	53	P0054BV	AGRÍCOLA
12	P0012BV	USO NO DEFINIDO	54	P0055BV	AGRÍCOLA
13	P0013BV	PECUARIO	55	P0056BV	MÚLTIPLE
14	P0014BV	PÚBLICO-URBANO	56	P0060BV	MÚLTIPLE
15	P0015BV	AGRÍCOLA	57	P0061BV	MÚLTIPLE
16	P0016BV	USO NO DEFINIDO	58	P0062BV	INDUSTRIAL
17	P0017BV	PÚBLICO-URBANO	59	P0063BV	INDUSTRIAL
18	P0018BV	PÚBLICO-URBANO	60	P0064BV	INDUSTRIAL
19	P0019BV	PÚBLICO-URBANO	61	P0065BV	AGRÍCOLA
20	P0020BV	USO NO DEFINIDO	62	P0066BV	AGRÍCOLA
21	P0021BV	AGRÍCOLA	63	P0068BV	AGRÍCOLA
22	P0022BV	AGRÍCOLA	64	P0069BV	USO NO DEFINIDO
23	P0023BV	AGRÍCOLA	65	P0071BV	PÚBLICO-URBANO
24	P0024BV	AGRÍCOLA	66	P0072BV	PÚBLICO-URBANO
25	P0025BV	AGRÍCOLA	67	P0073BV	PÚBLICO-URBANO
26	P0026BV	USO NO DEFINIDO	68	P0074BV	PÚBLICO-URBANO
27	P0027BV	USO NO DEFINIDO	69	P0076BV	MÚLTIPLE
28	P0028BV	AGRÍCOLA	70	P0077BV	PÚBLICO-URBANO
29	P0030BV	AGRÍCOLA	71	P0079BV	AGRÍCOLA
30	P0031BV	MÚLTIPLE	72	P0080BV	AGRÍCOLA

No.	Clave Aprovechamiento	Uso detectado	No.	Clave Aprovechamiento	Uso detectado
31	P0032BV	MÚLTIPLE	73	P0082BV	MÚLTIPLE
32	P0033BV	USO NO DEFINIDO	74	P0083BV	USO NO DEFINIDO
33	P0034BV	PÚBLICO-URBANO	75	P0084BV	AGRÍCOLA
34	P0035BV	AGRÍCOLA	76	P0085BV	AGRÍCOLA
35	P0036BV	USO NO DEFINIDO	77	P0086BV	AGRÍCOLA
36	P0037BV	AGRÍCOLA	78	P0087BV	USO NO DEFINIDO
37	P0038BV	PÚBLICO-URBANO	79	P0088BV	USO NO DEFINIDO
38	P0039BV	PÚBLICO-URBANO	80	P0089BV	USO NO DEFINIDO
39	P0040BV	PÚBLICO-URBANO	81	P0090BV	USO NO DEFINIDO
40	P0041BV	PÚBLICO-URBANO	82	P0091BV	USO NO DEFINIDO
41	P0042BV	PÚBLICO-URBANO	83	P0092BV	PÚBLICO-URBANO
42	P0043BV	PÚBLICO-URBANO	84	P0093BV	USO NO DEFINIDO

Tabla 4. Tipo de Aprovechamientos 2010.

## 5.2 BASE DE DATOS REPDA

A continuación se muestra el Registro de Público de Derechos del Agua (REPDA).

No.	Título	Uso que ampara el título	No. de aprovechamientos	Volumen concesionado (m3/año)
1	08QRO103547/12AMOC08	AGRÍCOLA	1	780000
2	08QRO102355/12AMDLO8	AGRÍCOLA	1	426000
3	08QRO102369/12AMDLO8	AGRÍCOLA	1	240000
4	4QRO102791/12AMGR96	AGRÍCOLA	1	360000
5	08QRO101034/12AMDLO8	AGRÍCOLA	1	291000
6	08QRO103864/12AMGE98	AGRÍCOLA	1	135000
7	08QRO101031/12AMDLO8	AGRÍCOLA	1	252000
8	08QRO102816/12AMGE02	AGRÍCOLA	1	73184
9	08QRO104550/12AMGE99	AGRÍCOLA	1	440000
10	08QRO106195/12AMDLO8	AGRÍCOLA	1	311040

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Título	Uso que ampara el título	No. de aprovechamientos	Volumen concesionado (m3/año)
11	08QRO103522/12AMGR98	AGRÍCOLA	1	216000
12	08QRO105602/12AMGE03	AGRÍCOLA	1	480000
13	08QRO105263/12AMGE00	AGRÍCOLA	1	136000
14	08QRO103910/12AMGE98	AGRÍCOLA	1	500000
15	08QRO101371/12AMDL07	AGRÍCOLA	1	139968
16	4QRO102910/12AMGR96	AGRÍCOLA	1	65475
17	08QRO104547/12AMDL10	AGRÍCOLA	1	98000
18	4QRO102128/12AMGE94	AGRÍCOLA	1	300000
19	4QRO102129/12AMGE94	AGRÍCOLA	1	240000
20	08QRO102521/12AMDL08	AGRÍCOLA	1	330000
21	08QRO104199/12AMGE98	AGRÍCOLA	1	400000
22	08QRO104720/12AMGE99	AGRÍCOLA	1	200000
23	08QRO103965/12APGE98	AGRÍCOLA	1	3000
24	08QRO103890/12AMGE98	AGRÍCOLA	1	400000
25	08QRO100170/12AMDL08	AGRÍCOLA	1	240000
26	08QRO102343/12AMDL08	AGRÍCOLA	1	312000
27	08QRO102371/12AMDL08	AGRÍCOLA	1	150000
28	08QRO102928/12AMGR00	AGRÍCOLA	2	1032800
29	08QRO102348/12AMDL08	AGRÍCOLA	1	120000
30	08QRO105554/12AMGE03	AGRÍCOLA	1	48000
31	4QRO102653/12AMGR96	AGRÍCOLA	1	360000
32	4QRO101025/12AMGR94	AGRÍCOLA	1	402000
33	08QRO104118/12FMGR00	INDUSTRIAL	1	450000
34	08QRO103528/12IMGR99	MÚLTIPLE	1	242535
35	08QRO105506/12IMGE03	MÚLTIPLE	1	297000
36	08QRO104102/12IMGE98	MÚLTIPLE	1	32000
37	08QRO104052/12IMGE98	MÚLTIPLE	1	49168
38	08QRO103998/12IMGE98	MÚLTIPLE	2	1212677
39	4QRO102216/12IMGE95	MÚLTIPLE	1	360000
40	08QRO103869/12IMGE00	MÚLTIPLE	1	329000
41	08QRO103038/12IMGE98	MÚLTIPLE	2	1225200
42	08QRO104012/12IMGE98	MÚLTIPLE	2	1225200
43	4QRO102944/12IMGR96	MÚLTIPLE	1	150000
44	08QRO104548/12IMDL07	MÚLTIPLE	1	711860
45	08QRO102919/12IMGE99	MÚLTIPLE	1	550000
46	08QRO104163/12IMGE98	MÚLTIPLE	1	269150

No.	Título	Uso que ampara el título	No. de aprovechamientos	Volumen concesionado (m3/año)
47	4QRO102931/12IMGR96	MÚLTIPLE	2	280000
48	08QRO102488/12IMDL08	MÚLTIPLE	1	129000
49	4QRO102157/12GMGE94	PECUARIO	1	55850
50	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO	20	5132770
51	08QRO105542/12HMGE03	PÚBLICO URBANO	1	273958
52	08QRO106197/12HMMDL10	PÚBLICO URBANO	1	300691

**Tabla 5. Registro Público de Derechos de Agua (REPDA 2010)**

El censo realizado para éste estudio determina que 56 de los pozos censados coinciden con el REPDA dejando fuera de esta afirmación a 20, por no tener la información necesaria para relacionarlos según su estado actual de operación.

De esta tabla REPDA, se obtiene una designación de 33 pozos para uso agrícola, 22 pozos públicos-urbanos, 19 pozos de uso múltiple, 1 pozo pecuario y 1 pozo de uso industrial.

En la Figura 16, se puede ver la ubicación de los aprovechamientos y su respectivo uso según el REPDA 2010.



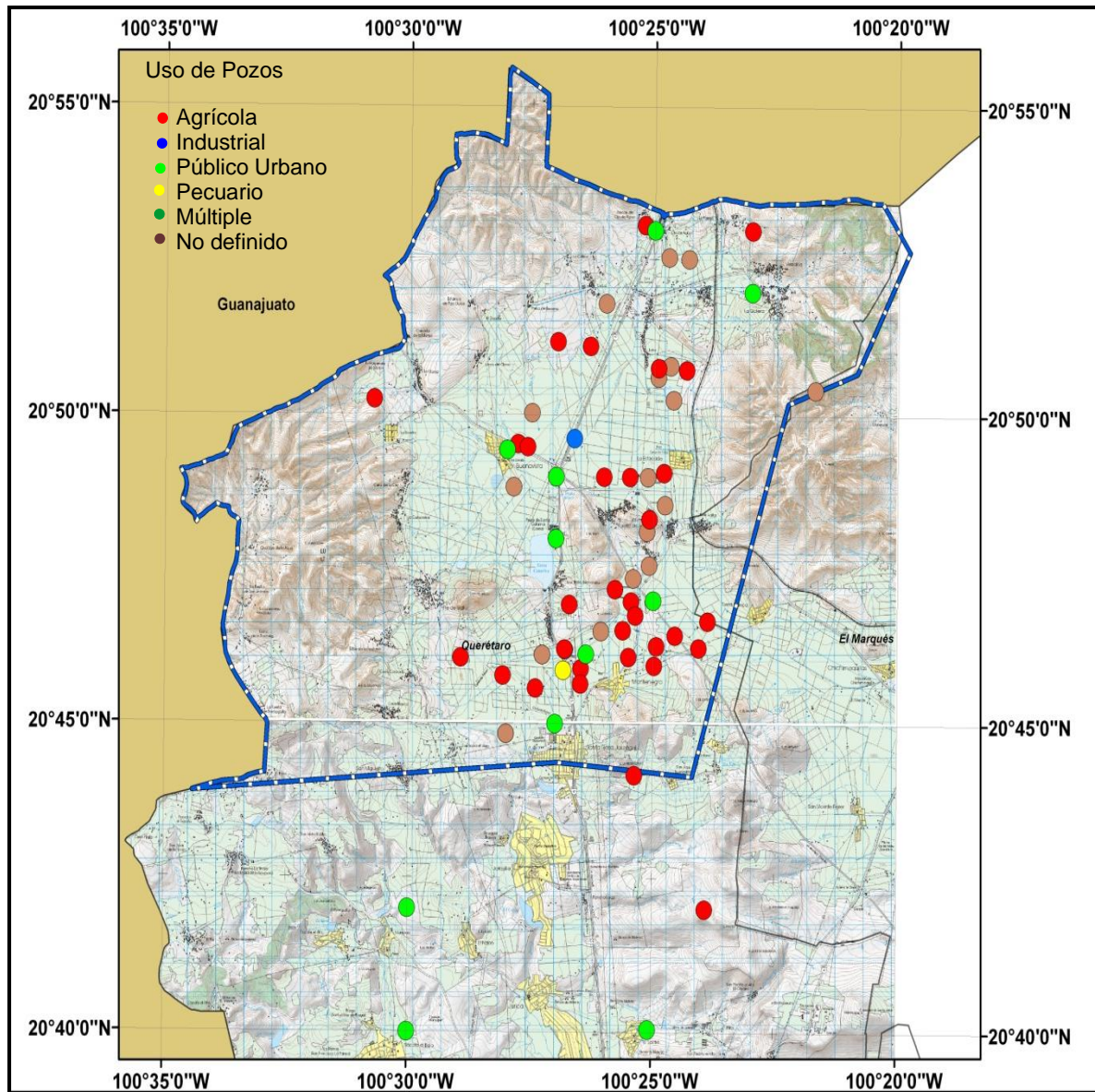
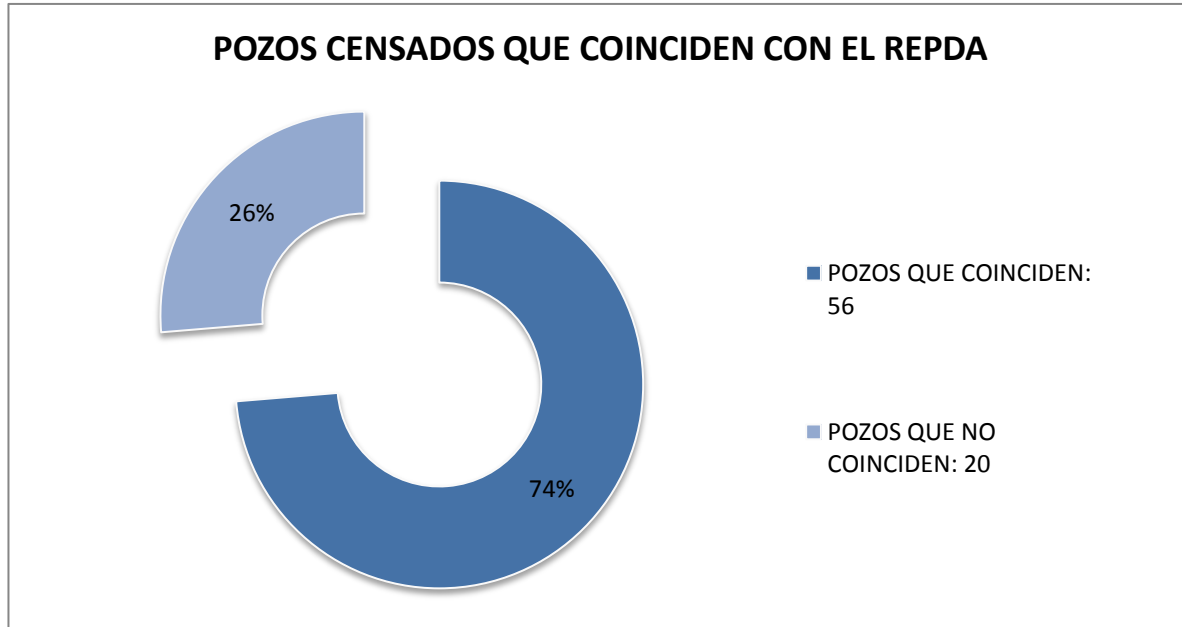
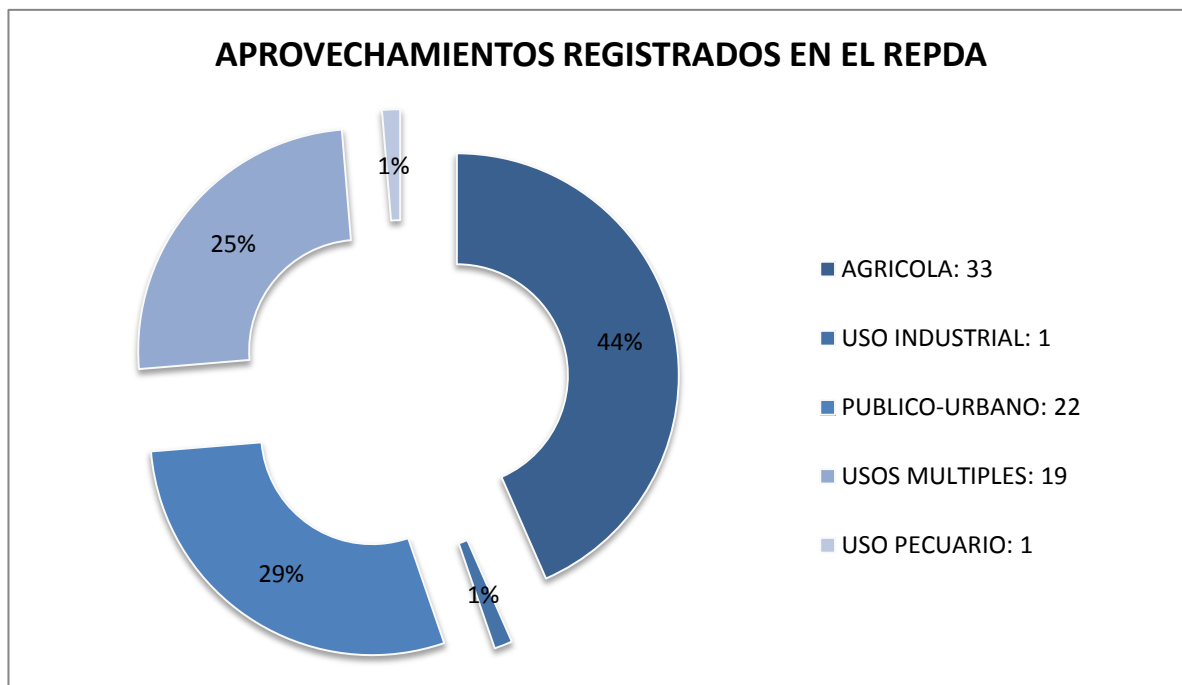


Figura 16. Localización de pozos clasificados por su uso inscritos en el REPDA 2010



Gráfica 5. Porcentual de Pozos que censados que coinciden con el REPDA 2010.



Gráfica 6. Porcentual de aprovechamientos según REPDA 2010.

**5.3 COTEJO BASE DE DATOS**

La identificación de pozos respecto al censo realizado y su comparativa con el REPDA indica que de los 76 pozos registrados en el REPDA, 56 de ellos fueron identificados en el censo realizado. Los pozos resultantes se encuentran enlistados en la siguiente tabla 5.1:

No.	Clave Aprovechamiento	Título Anexo	Uso
2	P0002BV	08QRO102343/12AMDL08	AGRÍCOLA
4	P0004BV	08QRO101371/12AMDL07	AGRÍCOLA
5	P0005BV	4QRO102910/12AMGR96	AGRÍCOLA
6	P0006BV	08QRO104720/12AMGE99	AGRÍCOLA
7	P0007BV	08QRO102816/12AMGE02	AGRÍCOLA
8	P0008BV	08QRO103998/12IMGE98	MÚLTIPLE
10	P0010BV	4QRO101025/12AMGR94	AGRÍCOLA
11	P0011BV	08QRO101034/12AMDL08	AGRÍCOLA
12	P0012BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
13	P0013BV	08QRO102488/12IMDL08	MÚLTIPLE
14	P0014BV	08QRO105554/12AMGE03	AGRÍCOLA
15	P0015BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
16	P0016BV	08QRO105602/12AMGE03	AGRÍCOLA
18	P0018BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
19	P0019BV	08QRO102369/12AMDL08	AGRÍCOLA
20	P0020BV	08QRO103998/12IMGE98	MÚLTIPLE
22	P0022BV	08QRO105542/12HMGE03	PÚBLICO URBANO
23	P0023BV	08QRO101031/12AMDL08	AGRÍCOLA
24	P0024BV	08QRO106195/12AMDL10	AGRÍCOLA
25	P0025BV	08QRO100170/12AMDL08	AGRÍCOLA
26	P0026BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
27	P0027BV	08QRO104199/12AMGE98	AGRÍCOLA
28	P0028BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
29	P0030BV	08QRO103890/12AMGE98	AGRÍCOLA

No.	Clave Aprovechamiento	Título Anexo	Uso
30	P0031BV	08QRO105506/12IMGE03	MÚLTIPLE
33	P0034BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
34	P0035BV	08QRO103038/12IMGE98	MÚLTIPLE
35	P0036BV	08QRO103038/12IMGE98	MÚLTIPLE
36	P0037BV	08QRO103522/12AMGR98	AGRÍCOLA
43	P0044BV	08QRO103910/12AMGE98	AGRÍCOLA
44	P0045BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
45	P0046BV	08QRO103965/12APGE98	AGRÍCOLA
47	P0048BV	08QRO104163/12IMGE98	MÚLTIPLE
48	P0049BV	4QRO102931/12IMGR96	MÚLTIPLE
49	P0050BV	08QRO102919/12IMGE99	MÚLTIPLE
50	P0051BV	4QRO102931/12IMGR96	MÚLTIPLE
53	P0054BV	08QRO103528/12IMGR99	MÚLTIPLE
54	P0055BV	4QRO102791/12AMGR96	AGRÍCOLA
55	P0056BV	08QRO104052/12IMGE98	MÚLTIPLE
56	P0060BV	4QRO102944/12IMGR96	MÚLTIPLE
57	P0061BV	08QRO104550/12AMGE99	AGRÍCOLA
58	P0062BV	08QRO104118/12FMGR00	INDUSTRIAL
61	P0065BV	4QRO102157/12GMGE94	PECUARIO
62	P0066BV	08QRO103547/12AMOC08	AGRÍCOLA
66	P0072BV	08QRO104012/12IMGE98	MÚLTIPLE
69	P0076BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
70	P0077BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
72	P0080BV	08QRO103869/12IMGE00	MÚLTIPLE
73	P0082BV	08QRO104548/12IMDL07	MÚLTIPLE
74	P0083BV	08QRO104547/12AMD10	AGRÍCOLA
75	P0084BV	08QRO104012/12IMGE98	MÚLTIPLE
76	P0085BV	08QRO102355/12AMD108	AGRÍCOLA
79	P0088BV	08QRO103864/12AMGE98	AGRÍCOLA
81	P0090BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
83	P0092BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO
84	P0093BV	08QRO104485/12HMGE99	PÚBLICO URBANO

Tabla 6. Relación de Pozos con título identificado REPDA 2010.

En la Figura 17 se puede observar los pozos que fueron censados, cotejados y los que registra el REPDA 2010.

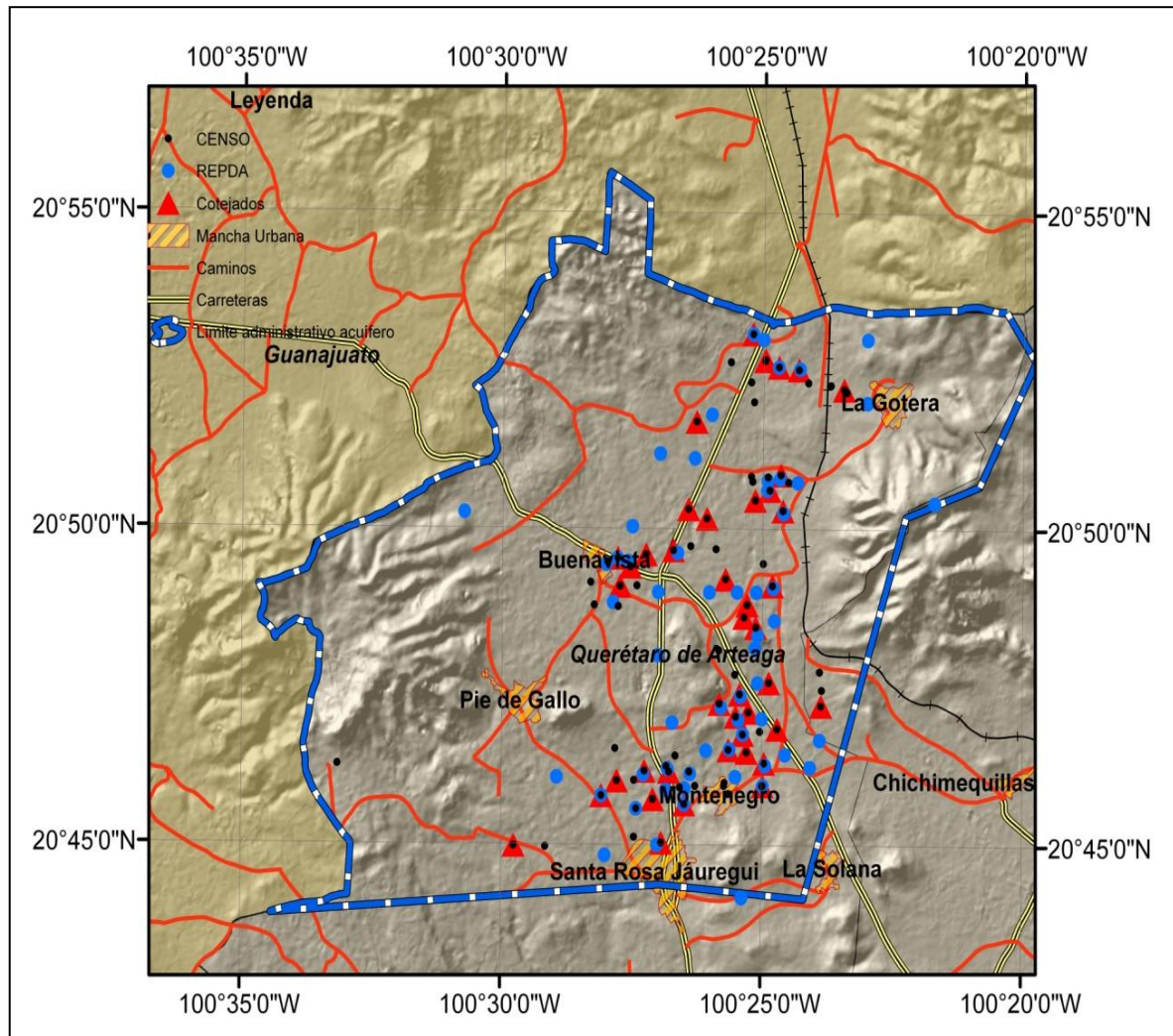


Figura 17. Localización de pozos censados y del REPDA 2010.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

De los 20 pozos que no pudieron ser cotejados 12 de estos se encuentran en el Acuífero Valle de Querétaro y 1 en el Acuífero Cuenca Alta del Río Laja en Guanajuato.

No.	Título REPDA sin coincidencia con el censo 2010	Uso	Volumen (m <sup>3</sup> /año)	X	Y
1	<a href="#">08QRO102348/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	120000	20°44'10.20"	-
2	<a href="#">08QRO102371/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	150000	20°45'46.70"	-
3	<a href="#">08QRO102521/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	330000	20°46'04.00"	100°28'56.00"
4	<a href="#">08QRO102928/12AMGR00</a>	AGRÍCOLA	332000	20°46'40.00"	100°23'53.00"
5	<a href="#">08QRO102928/12AMGR00</a>	AGRÍCOLA	700800	20°46'14.00"	100°24'04.00"
6	<a href="#">08QRO103998/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	731177	20°50'37.00"	100°24'55.00"
7	<a href="#">08QRO104102/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	32000	20°51'48.50"	100°25'59.10"
8	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233371	20°47'00.00"	100°25'00.00"
9	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233372	20°48'00.00"	100°27'00.00"
10	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233373	20°40'03.00"	100°25'04.00"
11	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233375	20°42'00.00"	100°30'00.00"
12	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233376	20°41'00.00"	100°29'00.00"
13	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233377	20°42'00.00"	100°21'00.00"
14	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233378	20°38'00.00"	100°20'00.00"
15	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233379	20°44'00.00"	100°28'00.00"
16	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233380	20°46'00.00"	100°26'00.00"
17	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233381	20°44'00.00"	100°24'00.00"
18	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233382	20°34'00.00"	100°19'00.00"
19	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233383	20°46'00.00"	100°32'00.00"
20	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233384	20°47'00.00"	100°24'00.00"
21	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	233385	20°41'00.00"	100°31'00.00"

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Título REPDA sin coincidencia con el censo 2010	Uso	Volumen (m <sup>3</sup> /año)	X	Y
22	<a href="#">08QRO105263/12AMGE00</a>	AGRICOLA	136000	20°50'46.10"	-
23	<a href="#">08QRO106197/12HMDL10</a>	PÚBLICO URBANO	300691	20°46'07.60"	-
24	<a href="#">4QRO102128/12AMGE94</a>	AGRÍCOLA	300000	20°50'15.00"	-
25	<a href="#">4QRO102129/12AMGE94</a>	AGRÍCOLA	240000	20°50'51.00"	-
26	<a href="#">4QRO102216/12IMGE95</a>	MÚLTIPLE	360000	20°50'25.00"	-
27	<a href="#">4QRO102653/12AMGR96</a>	AGRÍCOLA	360000	20°49'00.00"	-
28	<a href="#">4QRO102931/12IMGR96</a>	MÚLTIPLE	170000	20°50'02.00"	-

Tabla 7. Relación de títulos sin correlación con el censo (2010).

No.	Título	Acuífero
1	08QRO0104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
2	08QRO0104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
3	08QRO0104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
4	08QRO0103864/12AMGE98	Valle de Querétaro
5	08QRO0104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
6	08QRO0104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
7	08QRO102348/12AMDL08	Valle de Querétaro
8	08QRO104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
9	08QRO104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
10	08QRO104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
11	08QRO104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
12	08QRO104485/12HMGE99	Valle de Querétaro
13	4QRO102129/12AMGE94	Cuenca Alta de Río Laja

Tabla 8. Relación de títulos localizados fuera de los límites del Acuífero Valle de Buenavista (2010).

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

De los 28 pozos censados sin título identificado al menos 15 no cuentan con título, ya que sólo hay 7 de estos sin cotejar dentro del área del Acuífero Valle de Buenavista.

No.	Clave-Aprovechamiento	No.	Clave-Aprovechamiento
1	P0001BV	51	P0052BV
3	P0003BV	52	P0053BV
9	P0009BV	59	P0063BV
17	P0017BV	60	P0064BV
21	P0021BV	63	P0068BV
31	P0032BV	64	P0069BV
32	P0033BV	65	P0071BV
37	P0038BV	67	P0073BV
38	P0039BV	68	P0074BV
39	P0040BV	71	P0079BV
40	P0041BV	77	P0086BV
41	P0042BV	78	P0087BV
42	P0043BV	80	P0089BV
46	P0047BV	82	P0091BV

Tabla 9. Relación de pozos sin título identificado (2010).

No.	Título REPDA sin coincidencias con el censo 2010 dentro del Acuífero Valle de Buenavista	Titular
1	<a href="#">08QRO102371/12AMDL08</a>	POZO NO. 5 LOS TEPETATES EN STA. ROSA JAUREGUI, QRO., A.C.
2	<a href="#">08QRO102521/12AMDL08</a>	MANUEL PALACIOS ALCOCER
3	<a href="#">08QRO102928/12AMGR00</a>	SALVADOR RABELL TOPETE Y GERARDO RABELL TOPETE
4	08QRO105263/12AMGE00	JAIME PALACIOS ALCOCER
5	4QRO102128/12AMGE94	LIC. LUIS FELIPE ORDAZ MARTINEZ
6	<a href="#">4QRO102216/12IMGE95</a>	GALDINO GARDUÑO DIAZ
7	<a href="#">4QRO102653/12AMGR96</a>	UNIDAD DE RIEGO GABRIEL LEYVA (POZO NO. 1)

Tabla 10. Relación de pozos títulos sin cotejar dentro del Acuífero Valle de Buenavista (2010).





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## ***CAPÍTULO SEIS***

### ***EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA***



## 6. EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA

### 6.1 PRUEBAS DE BOMBEO

Las pruebas de bombeo son la herramienta principal de que se dispone para el estudio del comportamiento de pozos y la obtención de parámetros hidráulicos representativos de un acuífero (Custodio y Llamas, 2001).

Estas pruebas, en principio involucran el estresar al acuífero mediante la extracción de agua del mismo a través de pozos de bombeo. La respuesta de este se mide monitoreando el descenso del nivel del agua en función de tiempo.

La medición de los niveles de agua después del cese de bombeo es conocida como prueba de recuperación.

Las pruebas de bombeo deben cumplir con ciertas limitantes de acuerdo al régimen y tipo de acuífero; debe ser a caudal constante, no deben haber recargas exteriores del acuífero, el acuífero debe ser homogéneo e isótropo, el nivel estático debe estar en reposo al realizarse la prueba de bombeo y el pozo donde se lleva a cabo la prueba de bombeo debe ser totalmente penetrante.

Como finalidad de una prueba de bombeo tenemos el saber la cantidad de agua que puede ser extraída del acuífero para determinar el abatimiento generado a través del tiempo, y saber así la eficiencia real del pozo. La interpretación de la prueba con la metodología correcta indicará las propiedades hidráulicas del acuífero tales como las transmisividad (T), coeficiente de almacenamiento (S) y en conjunto la conductividad hidráulica (K).

Para la selección del sitio en el que se realizaron las pruebas de bombeo se tomaron en cuenta factores como la ubicación espacial de los pozos existentes, características constructivas, capacidad de algunos pozos de llevar a cabo pruebas de bombeo de larga duración (24 horas más 12 horas de la prueba de recuperación) y facilidad de acceso. A su vez, un correcto reconocimiento geológico del área de estudio de las zonas de entrada y salida del flujo subterráneo del acuífero fue necesario para obtener los datos más reales del sistema. Los pozos distribuidos se encuentran en la Figura 18

Las pruebas se realizaron en los pozos P0011BV y P0039BV, con las siguientes características constructivas:

	P0011BV	P0039BV
Diámetro de succión (cm)	25.4	7.62
Diámetro de succión (in)	10	3
Diámetro de descarga (cm)	25.4	7.62
Diámetro de descarga (in)	10	3
Diámetro de ademe (cm)	35.56	25.4
Diámetro de ademe (in)	14	10
Caudal medido (l/s)	8.5	7.55
Tipo de motor	eléctrico	Eléctrico
Tipo de bomba	sumergible	Sumergible
Régimen de bombeo (hrs/año)	2944	7200

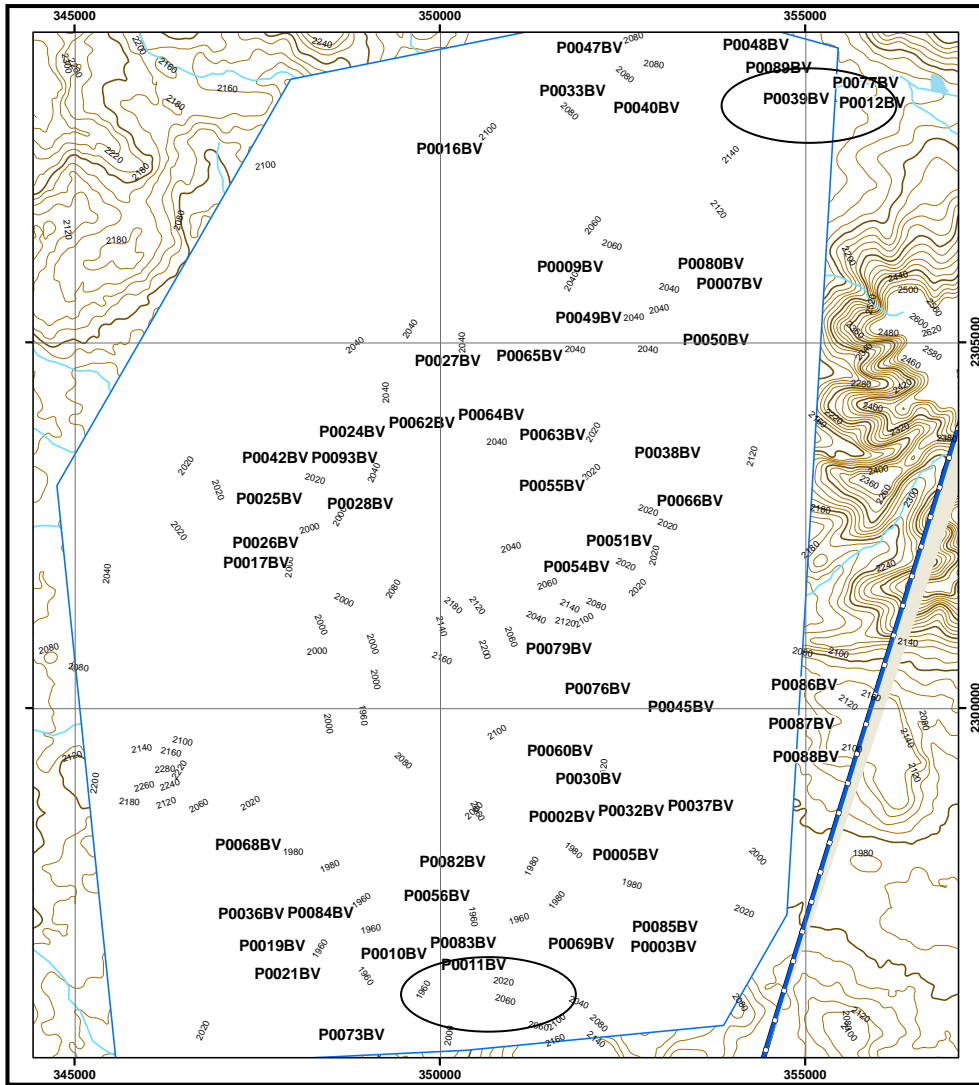


Figura 18. Localización espacial de pozos censados localizando los utilizados para las pruebas de bombeo.

El bombeo se realizó durante un periodo de 48 horas y 12 horas respectivamente y las mediciones del nivel dinámico se realizaron con una sonda de nivel marca Solinst.

De acuerdo con el método de Cooper y Jacob (Cooper y Jacob, 1946; Jacob, 1950), se debe generar una recta de regresión lineal con los datos de campo que correspondan con la respuesta del acuífero. De esta recta se calcula su pendiente que corresponde con la caída del descenso en un ciclo logarítmico de la gráfica  $(\Delta s)_{10}$  y el punto de corte con el eje del tiempo  $(t_0)$ , de manera que puede estimarse la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero por medio de las siguientes ecuaciones:

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi(\Delta s)_{10}} \quad S = \frac{2.25Tt_0}{r^2},$$

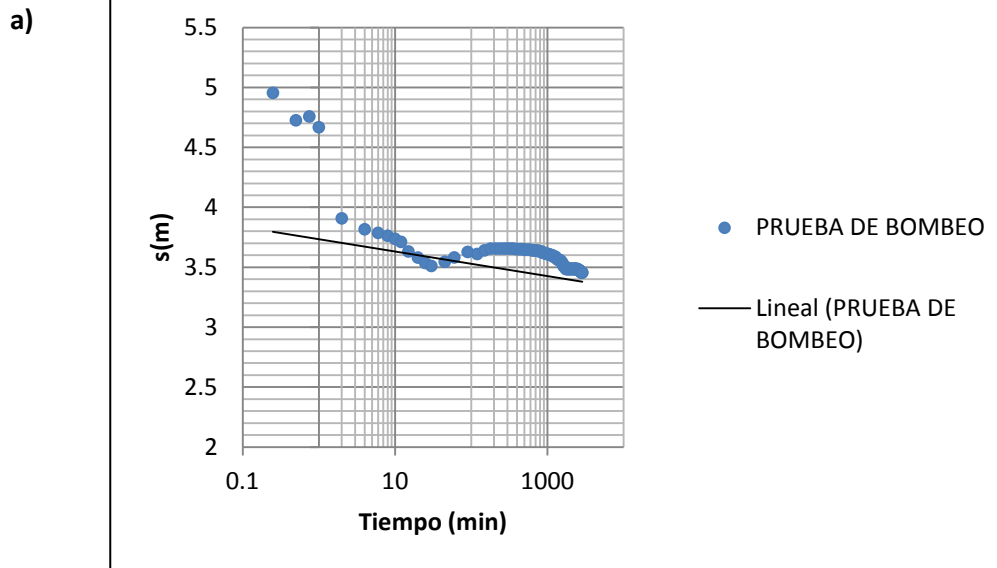
donde:

$Q$ : Caudal de bombeo constante

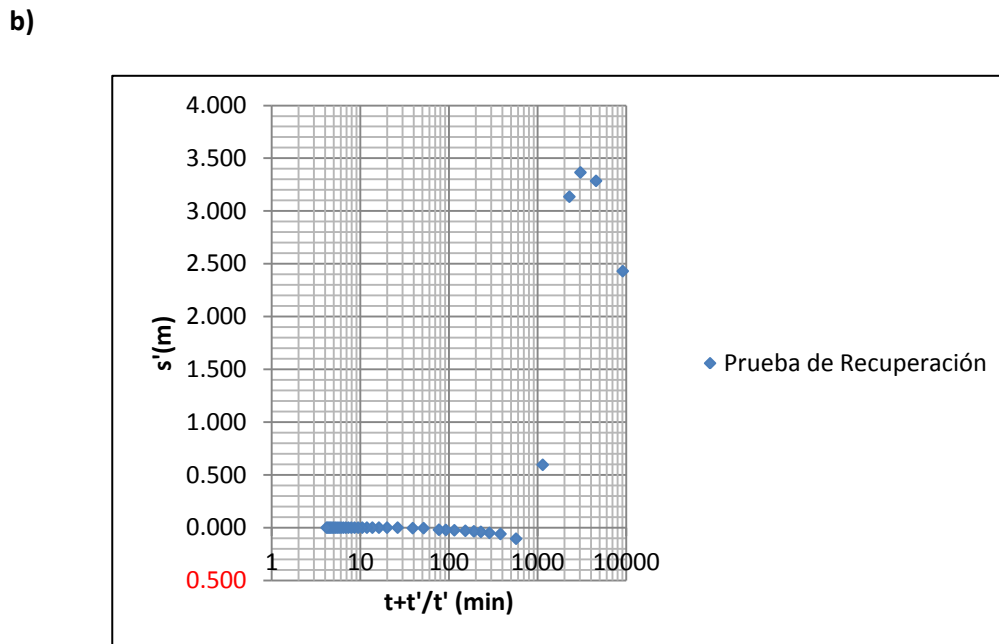
$r$ : Distancia del pozo de bombeo al pozo de observación o radio del pozo de bombeo.

$t_0$ :Tiempo

$(\Delta s)_{10}$ : Caída del descenso (logarítmico)

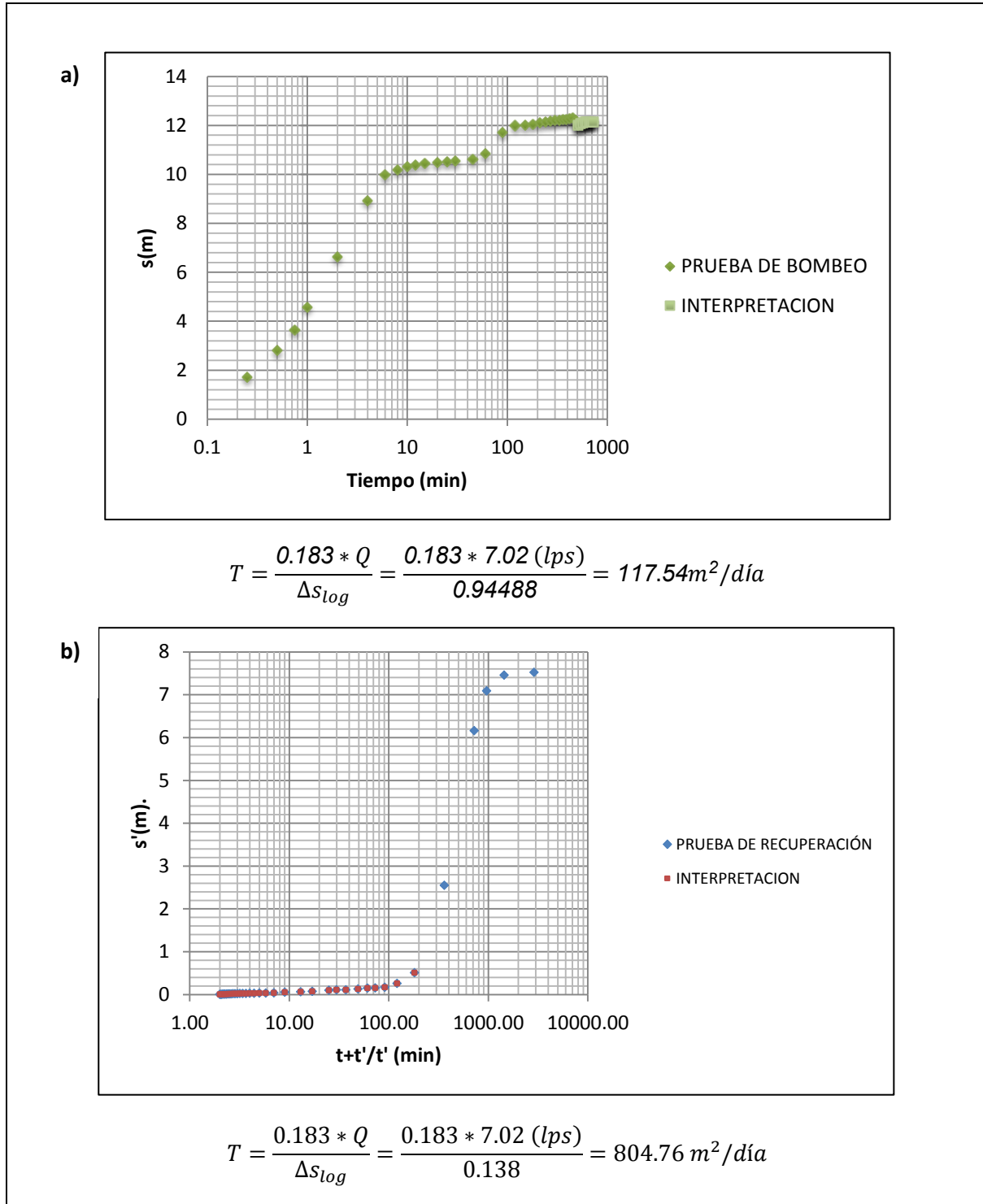


Prueba no interpretable.



Prueba no interpretable.

Gráfica 7. Cálculo de transmisividad en la entrada de aguas subterráneas, pozo P0011BV. a) Gráfica de abatimiento vs logaritmo del tiempo, b) Gráfica de recuperación vs logaritmo del tiempo normalizado.



Gráfica 8. Cálculo de transmisividad en la salida de aguas subterráneas, pozo P0039BV. a) Gráfica de abatimiento vs logaritmo del tiempo, b) Gráfica recuperación vs logaritmo del tiempo normalizado.

De la prueba realizada en el pozo P0039BV (Gráfica 8) se obtuvo un valor de transmisividad de 117.54 m<sup>2</sup>/día correspondiente a la etapa de bombeo y de 804.76 m<sup>2</sup>/día para la etapa de recuperación.

Tomando los valores anteriores, se determinó que el valor más aceptable de transmisividad para el tipo de acuífero y el tipo de roca almacenadora de agua es el de 117.54 m<sup>2</sup>/día

## **6.2 MODELO DE PIEZOMETRÍA**

El desarrollo del modelo piezométrico del acuífero Valle de Buenavista se realizó a partir de la tabla del censo de los pozos ubicados dentro del mismo. Los datos utilizados para el diseño de la piezometría de 2010 y la configuración de elevaciones del nivel estático (NE) fueron la profundidad del nivel estático (PNE), la altura del brocal y las cotas referidas a los datos del censo (msnm).

La metodología utilizada para realizar la configuración de la piezometría fue la siguiente:

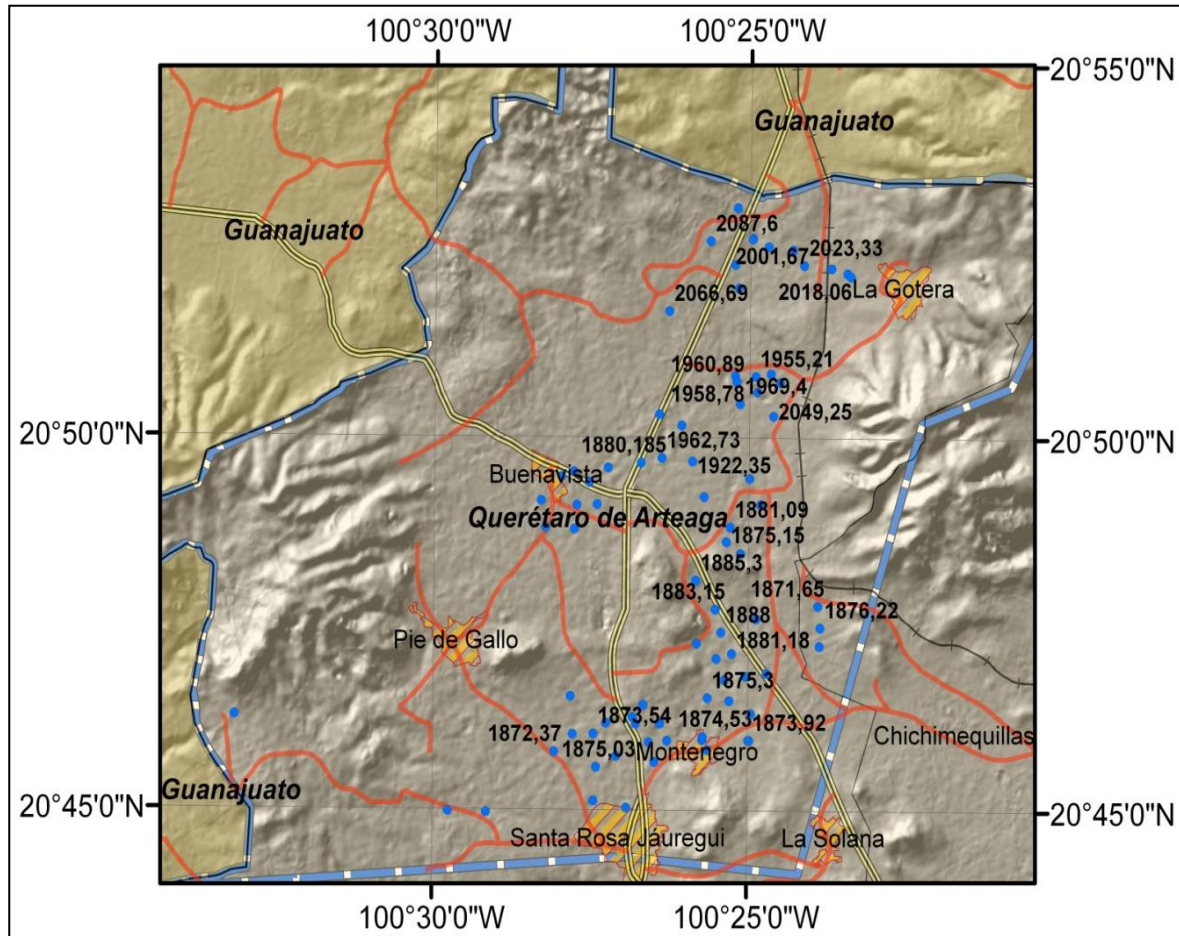
i. Se analizaron y compararon las cotas referidas de INEGI y la NASA con ayuda del programa ESRI ArcGis 9.3, para determinar cuáles presentaban una correspondencia mayor con los valores obtenidos en el estudio de 1995 elaborado por GUYSA. Concluyendo que los valores mostrados en el continuo de elevación digital de INEGI presentan la menor varianza ( $\pm 2.5$  m).

ii. Con los datos de PNE y las cotas referidas a cada uno de los pozos obtenidos durante el censo, se hizo una comparación con las cotas de INEGI con la finalidad de realizar una tabla con los siguientes atributos:

- Profundidad del nivel estático (PNE)
- Clave de aprovechamiento (P####BV)
- Altura del brocal
- Cotas de los pozos (msnm)
- Coordenadas UTM
- Elevación del nivel estático (NE) obtenido de la suma y diferencia de las cotas, altura del brocal y profundidad del nivel estático.

iii. Se analizaron, corrigieron y reafirmaron datos de los pozos, tales como claves, NE (Nivel Estático), PNE (Profundidad del Nivel Estático), altura de brocales, cotas obtenidas en el censo y cotas digitales obtenidas de INEGI.

iv. Se creó una base de datos con los datos necesarios para la construcción de un modelo piezométrico (clave del aprovechamiento, altura del brocal, PNE, cota digital INEGI, coordenadas geográficas y UTM en Datum WGS84/ITRF92).



**Figura 19. Elevación del nivel estático en el acuífero del Valle de Buenavista**

v. Se tomaron los valores de PNE obtenidos con el censo. Los pozos que no contaran con PNE se descartaban y no se consideraron para realizar el modelo piezométrico.

vi. En la base de datos se realizó la suma entre la cota digital INEGI y la altura del brocal, a este valor obtenido se le restó la PNE de los pozos restantes para obtener la elevación del nivel estático (NE).

vii. Para procesar estos datos y obtener la configuración de la red de flujo se utilizó el programa Golden Software Surfer 8. En esta interfaz se crea una tabla dentro del mismo software la cual contiene los datos ya depurados a partir del censo de pozos, se analizan los pozos y se toma la decisión de discriminar y elegir los que efectivamente logran configurar una piezometría apegada al modelo conceptual del acuífero. Basado en la información de la NE y empleando el método geoestadístico Krigging se logra definir la dirección de flujo de agua subterránea y los contornos de igual carga hidráulica.

viii. Se detalló la red de flujo con ayuda de ArcGis 9.3 modificando las isólinas con base en los criterios estructurales, geomorfológicos y hidrogeológicos apegados al modelo conceptual y a las observaciones de campo.



### **6.3 POSICIÓN DEL NIVEL DE SATURACIÓN AÑO 2010**

El nivel estático se encuentra a profundidades de 105 metros. El espesor del acuífero no es superior a los 220 m (GUYSA, 1995). Al analizar las pruebas de bombeo podemos ver que el comportamiento del acuífero es de uno semiconfinado debido a la heterogeneidad de los materiales que lo constituyen. Esto son depósitos volcánicos constituidos principalmente por derrames basálticos fracturados, tobas arenosas y la fracción superior de la ignimbrita fracturada, que en conjunto alcanzan espesores que superan los 100 m (GUYSA, 1995).

Las cargas hidráulicas dentro del acuífero varían de 1870 metros sobre el nivel del mar (msnm) a 2080 msnm. El flujo es predominante con dirección norte-sur limitado lateralmente por unidades litológicas andesíticas y calizas no fracturadas las cuales no aportan recarga dadas las condiciones de la roca. El gradiente hidráulico en la zona norte es mayor, pues al analizar las curvas equipotenciales se observa que su comportamiento tiende a juntarse más; caso contrario a la zona sur en donde las observamos de manera más distanciada.

El flujo de agua mantiene un gradiente hidráulico relativamente homogéneo en la zona de mayor concentración de aprovechamientos, con valores entre 0.06 y 0.03, desde el Norte hasta llegar a los alrededores de Buenavista, El Pinto y Lajitas, a partir de este nivel la pendiente de la superficie freática se suaviza hasta llegar al límite Sur cerca del poblado Montenegro y Santa Rosa Jauregui, conservando un gradiente de entre  $1.5 \times 10^{-3}$  y  $3.3 \times 10^{-3}$ . Este cambio se explica por la variación en la transmisividad que de acuerdo con las pruebas de bombeo (GUYSA, 1995) en esta sección se estima hasta tres veces mayor que en la zona de recarga subterránea.

Un balance de aguas subterráneas convencional acude a los siguientes puntos fundamentales: cambio de almacenamiento, infiltración (recarga vertical), extracción o bombeo, salidas y entradas horizontales. Normalmente la solución a cada uno de los elementos del balance se logra con la información recabada en campo, por medio de mediciones directas y por cálculos basados en la ley de Darcy.

El cambio de almacenamiento es conocido mediante la configuración de evolución del nivel estático, dicho valor es afectado por el coeficiente de almacenamiento (S) o del rendimiento específico ( $S_y$ ) Con estos, se determina la pérdida o ganancia de agua subterránea. El escurrimiento y recarga producto de fenómenos naturales como la lluvia, así como la evapotranspiración y extracción artificial por medio de pozos de bombeo determina la evolución del almacenamiento del agua subterránea.

De tal forma que el valor de la recarga vertical es la incógnita que satisface una ecuación de balance, esto cumple el principio de conservación de la masa o ecuación de continuidad, para un intervalo de tiempo determinado.

#### **6.4 BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO DE BUENAVISTA Y DISPONIBILIDAD**

De la información recopilada se extrajeron los datos y parámetros hidrogeológicos necesarios para poder obtener los términos involucrados en el cálculo del balance:

- a. Coeficiente de almacenamiento "S". Se determinó un valor de 0.035 obtenido de un trabajo previo elaborado por GUYSA de 1995 siendo congruente con la litología presente, correspondiendo a material volcánico tobáceo con presencia de material de granulometría limosa (Walton, 1991), la cual es reportada en la literatura con valores de 0.02 a 0.35.
- b. Transmisividad "T". La transmisividad es un parámetro que indica la capacidad de un medio para transmitir agua y puede ser determinado directamente de la interpretación de una prueba de bombeo. Estudios proporcionados por CONAGUA correspondientes a la zona de estudio, presentan valores de 100 a 800 m<sup>2</sup>/día, sin embargo, al analizar a detalle las gráficas que sustentan esta cifra, se concluyó que no se cuenta con los elementos suficientes para determinar si es un valor confiable o no ya que fueron realizadas para un periodo de tiempo muy limitado. Para la obtención de un dato más certero, se llevaron a cabo dos pruebas de bombeo (Pozos P0011BV , figura 8.2 y P0039BV, figura 8.3) de 48 y 12 horas, con su respectiva etapa de recuperación, y de la interpretación de los datos medidos durante la recuperación se obtuvo un valor de transmisividad de 117 m<sup>2</sup>/día en la porción norte y de 815.
- c. El régimen de extracción de bombeo puede ser medido durante el censo de aprovechamientos siempre y cuando se puedan obtener los datos de régimen y tiempo de bombeo, así como el caudal.

De los 63 pozos activos, 52 cuentan con datos de caudal de extracción y sólo 2 con tiempo de operación (Censo de pozos 2010). Debido a la falta de información del régimen de extracción para cada aprovechamiento, se recurrió al estudio realizado por GUYSA en 1995, del cual se extrajo los tiempos de operación de 61 pozos con lo cual se zonificó el área de balance para asignar un régimen de extracción estimado a los pozos actuales.

De esta manera se estima que la extracción es de 20.18 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales 11.83 Mm<sup>3</sup>/año son extraídos por el sector agrícola; 6.59 Mm<sup>3</sup>/año para uso público-urbano; sólo 0.83 Mm<sup>3</sup>/año con fines pecuarios, 0.39 Mm<sup>3</sup>/año de uso industrial y 0.54 Mm<sup>3</sup>/año para usos múltiples.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Clave-Aprovechamiento	Uso	Horas de Bombeo anuales	Caudal (l/s)	Vol. de extracción m <sup>3</sup> /año
1	P0030BV	AGRICOLA	3356	34.00	410774.40
2	P0047BV	AGRICOLA	2800	28.00	282240.00
3	P0086BV	AGRICOLA	5040	35.00	635040.00
4	P0001BV	AGRICOLA	3285	36.20	428101.20
5	P0016BV	AGRICOLA	3000	28.00	302400.00
6	P0027BV	AGRICOLA	2630	28.00	265104.00
7	P0004BV	AGRÍCOLA	2960	12.00	127872.00
8	P0005BV	AGRÍCOLA	2500	12.00	108000.00
9	P0006BV	AGRÍCOLA	4590	28.00	462672.00
10	P0007BV	AGRÍCOLA	2400	23.00	198720.00
11	P0008BV	AGRÍCOLA	6480	30.00	699840.00
12	P0009BV	AGRÍCOLA	3560	18.00	230688.00
13	P0010BV	AGRÍCOLA	2592	45.00	419904.00
14	P0011BV	AGRÍCOLA	2944	40.00	423936.00
15	P0021BV	AGRÍCOLA	2950	28.00	297360.00
16	P0022BV	AGRÍCOLA	3000	23.00	248400.00
17	P0023BV	AGRÍCOLA	3478	52.00	651081.60
18	P0025BV	AGRÍCOLA	4320	28.00	435456.00
19	P0028BV	AGRÍCOLA	5592	49.00	986428.80
20	P0035BV	AGRÍCOLA	8760	34.00	1072224.00
21	P0037BV	AGRÍCOLA	3200	20.00	230400.00
22	P0044BV	AGRÍCOLA	3000	28.00	302400.00
23	P0054BV	AGRÍCOLA	3458	16.00	199180.80
24	P0055BV	AGRÍCOLA	3578	48.00	618278.40
25	P0065BV	AGRÍCOLA	2760	30.00	298080.00
26	P0066BV	AGRÍCOLA	4500	23.00	372600.00
27	P0068BV	AGRÍCOLA	3366	38.00	460468.80
28	P0079BV	AGRÍCOLA	3846	10.00	138456.00
29	P0080BV	AGRÍCOLA	4002	13.00	187293.60
30	P0085BV	AGRÍCOLA	5928	16.00	341452.80
		<b>PROMEDIO</b>	<b>3795.83</b>	<b>28.44</b>	<b>11834852.40</b>

Tabla 11. Volumen de extracción anual de agua subterránea en pozos de uso agrícola.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

o.	Clave-Aprovechamiento	Uso	Horas de Bombeo anuales	Caudal (l/s)	Vol. de extracción m <sup>3</sup> /año
1	P0062BV	INDUSTRIAL	1200	12	51840
2	P0063BV	INDUSTRIAL	2500	26	234000
3	P0064BV	INDUSTRIAL	2160	13	101088
<b>PROMEDIO</b>			<b>1953.33</b>	<b>17.00</b>	<b>386928.00</b>

Tabla 12. Volumen de extracción anual de agua subterránea en pozos de uso industrial.

No.	Clave-Aprovechamiento	Uso	Horas de Bombeo anuales	Caudal (l/s)	Vol. de extracción m <sup>3</sup> /año
1	P0046BV	PÚBLICO URBANO	3000	15	162000
2	P0014BV	PÚBLICO URBANO	7200	15	388800
3	P0034BV	PÚBLICO URBANO	6570	30	709560
4	P0039BV	PÚBLICO URBANO	7200	30	777600
5	P0040BV	PÚBLICO URBANO	4000	15	216000
6	P0043BV	PÚBLICO URBANO	7200	10	259200
7	P0077BV	PÚBLICO URBANO	8395	10	302220
8	P0017BV	PÚBLICO URBANO	7300	21	551880
9	P0018BV	PÚBLICO URBANO	3800	35	478800
10	P0019BV	PÚBLICO URBANO	7200	15	388800
11	P0038BV	PÚBLICO URBANO	6935	28	699048
12	P0041BV	PÚBLICO URBANO	2904	10.85	113430.24
13	P0042BV	PÚBLICO URBANO	6570	10.34	244561.68
14	P0071BV	PÚBLICO URBANO	3370	15	181980
15	P0072BV	PÚBLICO URBANO	2000	35	252000
16	P0073BV	PÚBLICO URBANO	3890	43	602172
17	P0092BV	PÚBLICO URBANO	2000	18.95	136440
<b>PROMEDIO</b>			<b>5266.71</b>	<b>21.01</b>	<b>6464491.92</b>

Tabla 13. Volumen de extracción anual de agua subterránea en pozos de uso público-urbano.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Clave-Aprovechamiento	Uso	Horas de Bombeo anuales	Caudal (l/s)	Vol. de extracción m <sup>3</sup> /año
1	P0056BV	MÚLTIPLE	1200	12	51840
2	P0031BV	MÚLTIPLE	1296	25	116640
3	P0061BV	MÚLTIPLE	2919	12	126100.8
4	P0076BV	MÚLTIPLE	2000	13	93600
5	P0032BV	MULTIPLE	1200	13	56160
<b>PROMEDIO</b>			<b>1723.00</b>	<b>15.00</b>	<b>444340.80</b>

Tabla 14. Volumen de extracción anual de agua subterránea en pozos de uso múltiple.

No.	Clave-Aprovechamiento	Uso	Horas de Bombeo anuales	Caudal (l/s)	Vol. de extracción m <sup>3</sup> /año
1	P0013BV	PECUARIO	8760	7.5	236520
2	P0048BV	PECUARIO	3500	8	100800
3	P0050BV	PECUARIO	3000	36	388800
4	P0051BV	PECUARIO	3250	9	105300
<b>PROMEDIO</b>			<b>4627.50</b>	<b>15.13</b>	<b>831420.00</b>

Tabla 15. Volumen de extracción anual de agua subterránea en pozos de uso pecuario.

- d.  $\Delta V$  Cambio de volumen almacenado, se obtuvo mediante ArcGis en donde se crearon las dos piezometrías de los dos años disponibles (2010 y 1994), y mediante un algoritmo se hizo una resta entre superficies, los resultados arrojados por ambos métodos son similares lo cual permite tener un buen grado de certidumbre en el valor que se utilizó para la ecuación de balance.

De acuerdo con las características del Acuífero Valle de Buenavista se propone la siguiente Ecuación de Balance:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \Delta V(S)$$

$$E_s + R_v - (S_s + B) = \Delta V(S)$$

Donde:

$E_s$  = Entradas subterráneas.

$R_v$  = Recarga vertical (Infiltración pluvial, infiltración por escorrentía, retornos por riego y pérdidas en bordos y presas).

$S_s$  = Salidas subterráneas.

$B$  = Extracción por aprovechamientos de agua subterránea.

$\Delta V$  = Cambio de volumen almacenado en el periodo de un año.

$S$  = Coeficiente de Almacenamiento

Acorde a los fines del presente trabajo de tesis, se estimó la recarga vertical ( $R_v$ ) a partir de la ecuación de balance, en donde se consideraron los términos anteriormente descritos.

### Entradas subterráneas

La transmisividad ( $T$ ) en el acuífero registra valores de  $100 \text{ m}^2/\text{día}$  hasta  $815 \text{ m}^2/\text{día}$ . Con el mapa de la piezometría y la configuración de la red de flujo para el año 2010 se determinó que la entrada subterránea proviene de la porción norte del acuífero, en los alrededores de los poblados del Jofrito, Palo Alto y Loma del Chino. El caudal de entrada subterránea se obtuvo considerando la Ley de Darcy, para un periodo de un año en la sección de paso descrita anteriormente, obteniendo un valor de  $7.05 \text{ Mm}^3$  anuales (Tabla 15). Las celdas de entrada y de salida se logran observar en la Figura 20.

Celda	Ancho de la celda (m)	i (adim)	T ( $\text{m}^2/\text{día}$ )	Q ( $\text{m}^3/\text{día}$ )	Q total ( $\text{m}^3/\text{día}$ )	Q total ( $\text{Mm}^3/\text{año}$ )
E01	585,690	0,0330	117	2264,60	19314,2	7,05
E02	582,560	0,0341	117	2327,61		
E03	486,350	0,0329	117	1872,64		
E04	509,630	0,0323	117	1928,14		
E05	395,060	0,0271	117	1254,21		
E06	422,730	0,0218	117	1079,97		
E07	348,060	0,0200	117	812,58		
E08	452,330	0,0192	117	1015,37		
E09	525,090	0,0191	117	1175,15		
E10	949,580	0,0191	117	2127,17		
E11	910,370	0,0201	117	2143,02		
E12	578,160	0,0194	117	1313,72		

**Tabla 15. Entradas subterráneas (2010).**

# BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

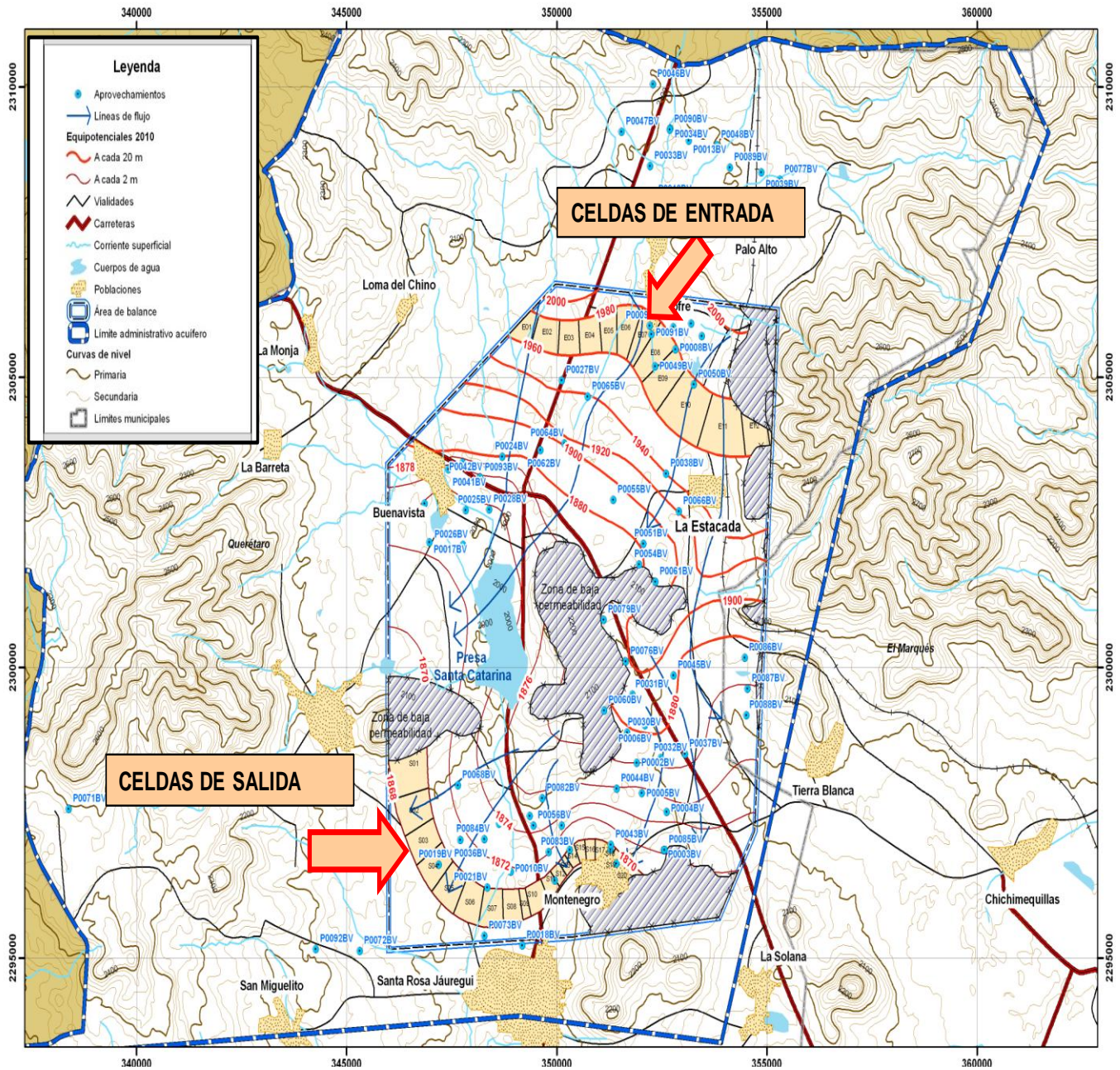


Figura 20. Mapa representativo de entradas y salidas del acuífero Valle de Buenavista (Anexo).

Salidas subterráneas

Para las salidas subterráneas se empleó la misma metodología usada para el cálculo de las entradas subterráneas, en esta ocasión se consideraron todas aquellas celdas de la red de flujo en donde la dirección de corriente conduce fuera del área de balance, considerando como límite de descarga del acuífero la porción sur, cerca de las localidades de Montenegro y Santa Rosa Jauregui. El volumen de salida subterránea es de 8.62 Mm<sup>3</sup>/ año (Tabla 16).

Celda	Ancho de la celda (m)	i (adim)	T (m <sup>2</sup> /día)	Q (m <sup>3</sup> /día)	Q total (m <sup>3</sup> /día)	Q total (Mm <sup>3</sup> /año)
S01	673.822	0.0022	815	1226.02	<b>23612.13</b>	<b>8.62</b>
S02	695.799	0.0025	815	1404.69		
S03	571.275	0.0028	815	1280.66		
S04	582.185	0.0027	815	1303.55		
S05	645.971	0.0027	815	1426.84		
S06	625.198	0.0028	815	1426.53		
S07	608.199	0.0030	815	1477.02		
S08	479.108	0.0033	815	1305.71		
S09	203.279	0.0038	815	630.58		
S10	505.278	0.0040	815	1629.15		
S11	357.682	0.0052	815	1504.51		
S12	253.463	0.0061	815	1259.49		
S13	197.949	0.0065	815	1049.76		
S14	191.446	0.0058	815	912.15		
S15	150.900	0.0052	815	642.32		
S16	209.329	0.0054	815	918.09		
S17	184.611	0.0055	815	832.62		
S18	142.494	0.0058	815	667.86		
S19	223.523	0.0061	815	1104.26		
S20	322.040	0.0061	815	1610.32		

**Tabla 16. Salidas Subterráneas (2010).**



Extracción de aprovechamientos subterráneos

Los sectores agrícolas y público urbano son los mayores consumidores de agua subterránea dentro del acuífero. La distribución del volumen de extracción concesionado inscrito en el REPDA se detalla en la tabla 17, mientras que el volumen estimado a partir del Censo 2010 se muestra en la Tabla 18.

Año	Agrícola (Mm <sup>3</sup> )	Público-Urbano (Mm <sup>3</sup> )	Pecuario (Mm <sup>3</sup> )	Múltiple (Mm <sup>3</sup> )	Industrial (Mm <sup>3</sup> )	Total anual (Mm <sup>3</sup> )
2010	9.48	5.71	0.06	7.06	0.45	22.76

Tabla 17. Volumen anual concesionado inscrito en el REPDA (2010).

Año	Agrícola (Mm <sup>3</sup> )	Público-Urbano (Mm <sup>3</sup> )	Pecuario (Mm <sup>3</sup> )	Múltiple (Mm <sup>3</sup> )	Industrial (Mm <sup>3</sup> )	Total anual (Mm <sup>3</sup> )
2010	11.83	6.46	0.83	1.54	0.39	20.18

Tabla 18. Volumen de extracción anual (Censo ITSCO, 2010).

Cambio de volumen almacenado

El cambio de volumen se consideró constante para el periodo de 1994-2010, tomando en cuenta una tasa de abatimiento del nivel estático de 1.48 m/año, un coeficiente de almacenamiento promedio de 0.035 y el área de la superficie de 92 km<sup>2</sup>. El valor estimado para el cambio de volumen almacenado es de -4.52 Mm<sup>3</sup> anuales.

Recarga vertical

Llevando a cabo la resolución de la ecuación de balance que se propuso anteriormente, se obtuvo la recarga vertical que obtiene el acuífero a partir de la infiltración pluvial y retornos por riego, obteniendo los siguientes resultados:

$$Es + Rv - (Ss + B) = \Delta V(S)$$

$$Rv = \Delta V(S) - Es + (Ss + B)$$

$$Rv = Rr + Ip$$

Donde:

Ip= Infiltración pluvial Mm<sup>3</sup>/año  
Rr= Retornos por riego

Δ Volumen (Mm <sup>3</sup> /año)	Entrada Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical (Mm <sup>3</sup> /año)
-4.52	7.05	8.62	20.18	17.23

Tabla 19. Volumen de recarga vertical calculado a partir del balance de agua subterránea.

Los 17.23 Mm<sup>3</sup>/año agua provenientes de la recarga vertical equivalen a alrededor del 26% de la suma de la lámina de precipitación media anual (565 mm) y el volumen de agua empleado para riego de cultivos.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

Utilizando la NOM-011-CNA-2000 se realizó el cálculo de la disponibilidad de agua subterránea (DAS) del acuífero.

La disponibilidad de aguas subterráneas es 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.

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se siguió el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, por medio de la siguiente expresión:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea

Rt = Recarga total media anual

DNCOM = Descarga natural comprometida subterránea

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA.

No.	Título	Uso que ampara el título	No. de aprovechamientos	Volumen concesionado (m3/año)
1	<a href="#">08QRO103547/12AMOC08</a>	AGRÍCOLA	1	780000
2	<a href="#">08QRO102355/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	426000
3	<a href="#">08QRO102369/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	240000
4	<a href="#">4QRO102791/12AMGR96</a>	AGRÍCOLA	1	360000
5	<a href="#">08QRO101034/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	291000
6	<a href="#">08QRO103864/12AMGE98</a>	AGRÍCOLA	1	135000
7	<a href="#">08QRO101031/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	252000
8	<a href="#">08QRO102816/12AMGE02</a>	AGRÍCOLA	1	73184
9	<a href="#">08QRO104550/12AMGE99</a>	AGRÍCOLA	1	440000
10	<a href="#">08QRO106195/12AMDL10</a>	AGRÍCOLA	1	311040
11	<a href="#">08QRO103522/12AMGR98</a>	AGRÍCOLA	1	216000
12	<a href="#">08QRO105602/12AMGE03</a>	AGRÍCOLA	1	480000
13	<a href="#">08QRO105263/12AMGE00</a>	AGRÍCOLA	1	136000
14	<a href="#">08QRO103910/12AMGE98</a>	AGRÍCOLA	1	500000
15	<a href="#">08QRO101371/12AMDL07</a>	AGRÍCOLA	1	139968
16	<a href="#">4QRO102910/12AMGR96</a>	AGRÍCOLA	1	65475
17	<a href="#">08QRO104547/12AMDL10</a>	AGRÍCOLA	1	98000
18	<a href="#">4QRO102128/12AMGE94</a>	AGRÍCOLA	1	300000
19	<a href="#">4QRO102129/12AMGE94</a>	AGRÍCOLA	1	240000
20	<a href="#">08QRO102521/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	330000

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

No.	Título	Uso que ampara el título	No. de aprovechamientos	Volumen concesionado (m <sup>3</sup> /año)
21	<a href="#">08QRO104199/12AMGE98</a>	AGRÍCOLA	1	400000
22	<a href="#">08QRO104720/12AMGE99</a>	AGRÍCOLA	1	200000
23	<a href="#">08QRO103965/12APGE98</a>	AGRÍCOLA	1	3000
24	<a href="#">08QRO103890/12AMGE98</a>	AGRÍCOLA	1	400000
25	<a href="#">08QRO100170/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	240000
26	<a href="#">08QRO102343/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	312000
27	<a href="#">08QRO102371/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	150000
28	<a href="#">08QRO102928/12AMGR00</a>	AGRÍCOLA	2	1032800
29	<a href="#">08QRO102348/12AMDL08</a>	AGRÍCOLA	1	120000
30	<a href="#">08QRO105554/12AMGE03</a>	AGRÍCOLA	1	48000
31	<a href="#">4QRO102653/12AMGR96</a>	AGRÍCOLA	1	360000
32	<a href="#">4QRO101025/12AMGR94</a>	AGRÍCOLA	1	402000
33	<a href="#">08QRO104118/12FMGR00</a>	INDUSTRIAL	1	450000
34	<a href="#">08QRO103528/12IMGR99</a>	MÚLTIPLE	1	242535
35	<a href="#">08QRO105506/12IMGE03</a>	MÚLTIPLE	1	297000
36	<a href="#">08QRO104102/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	1	32000
37	<a href="#">08QRO104052/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	1	49168
38	<a href="#">08QRO103998/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	2	1212677
39	<a href="#">4QRO102216/12IMGE95</a>	MÚLTIPLE	1	360000
40	<a href="#">08QRO103869/12IMGE00</a>	MÚLTIPLE	1	329000
41	<a href="#">08QRO103038/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	2	1225200
42	<a href="#">08QRO104012/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	2	1225200
43	<a href="#">4QRO102944/12IMGR96</a>	MÚLTIPLE	1	150000
44	<a href="#">08QRO104548/12IMDL07</a>	MÚLTIPLE	1	711860
45	<a href="#">08QRO102919/12IMGE99</a>	MÚLTIPLE	1	550000
46	<a href="#">08QRO104163/12IMGE98</a>	MÚLTIPLE	1	269150
47	<a href="#">4QRO102931/12IMGR96</a>	MÚLTIPLE	2	280000
48	<a href="#">08QRO102488/12IMDL08</a>	MÚLTIPLE	1	129000
49	<a href="#">4QRO102157/12GMGE94</a>	PECUARIO	1	55850
50	<a href="#">08QRO104485/12HMGE99</a>	PÚBLICO URBANO	20	5132770
51	<a href="#">08QRO105542/12HMGE03</a>	PÚBLICO URBANO	1	273958
52	<a href="#">08QRO106197/12HMDL10</a>	PÚBLICO URBANO	1	300691
<b>Volumen total</b>				<b>22.76 Mm<sup>3</sup></b>

Tabla 20. Volumen concesionado en el REPDA.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> )	Recarga total media anual (Mm <sup>3</sup> )	Descarga natural comprometida (Mm <sup>3</sup> )	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> )
-7.09	24.28	8.62	22.76

Tabla 21. Disponibilidad media anual de Agua Subterránea, NOM-011-CNA-2000

Con base en lo anterior se puede determinar que existe un déficit del orden de 7.09 Mm<sup>3</sup> anuales, por lo que los niveles de agua subterránea se seguirán abatiendo los próximos años.

Cabe señalar que este balance fue realizado considerando el volumen concesionado en el REPDA, empleando el volumen de extracción estimado a partir del CENSO generaría un déficit en la disponibilidad de agua subterránea de 4.51 Mm<sup>3</sup>.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> )	Recarga total media anual (Mm <sup>3</sup> )	Descarga natural comprometida (Mm <sup>3</sup> )	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm <sup>3</sup> ), censo 2010
-4.51	24.28	8.62	20.18

Tabla 22. Disponibilidad de Agua Subterránea calculada considerando el volumen de extracción obtenido en el Censo actual en lugar de la volumen concesionado registrado en el REPDA.

## 6.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es utilizado al momento de tomar decisiones relacionadas al acuífero por medio del cálculo de nuevos factores al cambiar una variable del mismo. Con esto, el comportamiento del acuífero, así como su volumen pueden ser calculados para futuros escenarios.

La creciente necesidad de satisfacer a la sociedad de recursos hídricos causa una mayor explotación del acuífero sin tener en cuenta los posibles daños que esto vaya a causar al mismo. Una extracción acelerada, descontrolada y aumentada indudablemente tendrá consecuencias en la condición del acuífero a futuro. Actualmente existe un déficit en la disponibilidad de agua subterránea del acuífero Valle de Buenavista. La concesión otorgada y estudiada en el censo 2010 no presenta un panorama favorable para el acuífero.

El siguiente análisis de sensibilidad se realizará variando valores porcentualmente de la extracción, de la recarga vertical y su combinación.

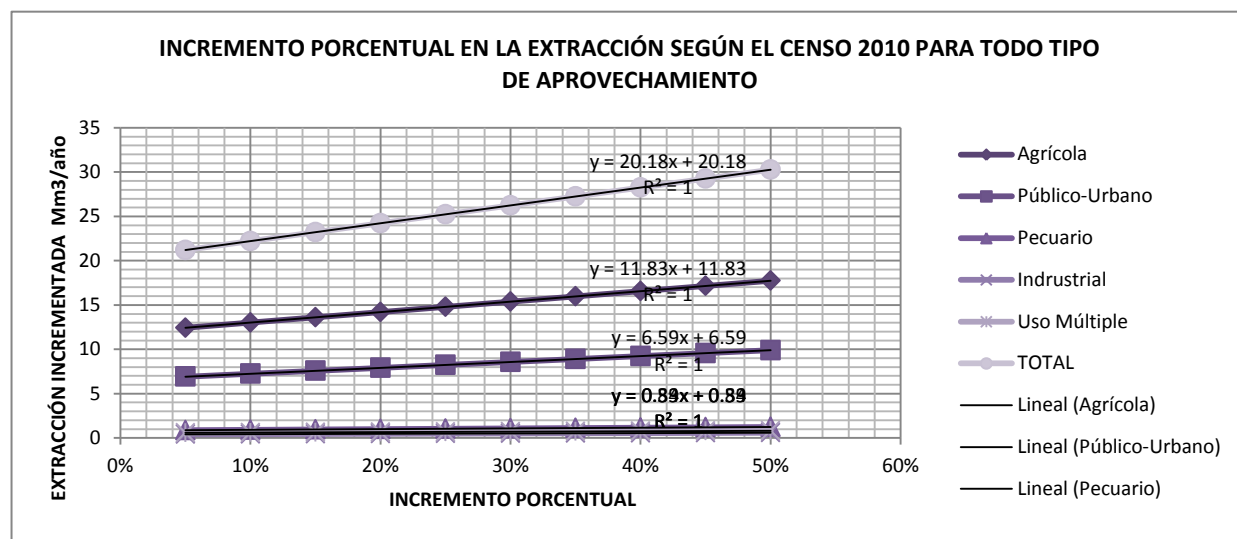
### 6.5.1 ANALISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA EXTRACCIÓN.

A continuación, se presenta un análisis de cómo afectaría al volumen del acuífero en caso de aumentar o disminuir porcentualmente la extracción futura del acuífero con relación a la extracción actual.

El variar la extracción porcentualmente para todo tipo de aprovechamiento con valores incrementados en un 5% hasta llegar al 50%, se obtuvieron los siguientes resultados.

INCREMENTO PORCENTUAL EN LA EXTRACCIÓN A PARTIR DE LA ACTUAL (Mm <sup>3</sup> /año)											
Tipo de Aprovechamiento	Extracción Mm <sup>3</sup> /año	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
Agrícola	11.83	12.4215	13.013	13.6045	14.196	14.7875	15.379	15.9705	16.562	17.1535	17.745
Público-Urbano	6.59	6.9195	7.249	7.5785	7.908	8.2375	8.567	8.8965	9.226	9.5555	9.885
Pecuario	0.83	0.8715	0.913	0.9545	0.996	1.0375	1.079	1.1205	1.162	1.2035	1.245
Industrial	0.39	0.4095	0.429	0.4485	0.468	0.4875	0.507	0.5265	0.546	0.5655	0.585
Uso Múltiple	0.54	0.567	0.594	0.621	0.648	0.675	0.702	0.729	0.756	0.783	0.81
TOTAL	20.18	21.189	22.198	23.207	24.216	25.225	26.234	27.243	28.252	29.261	30.27

Tabla 23. Incremento porcentual en la extracción según el Censo 2010 para todo tipo de aprovechamiento.

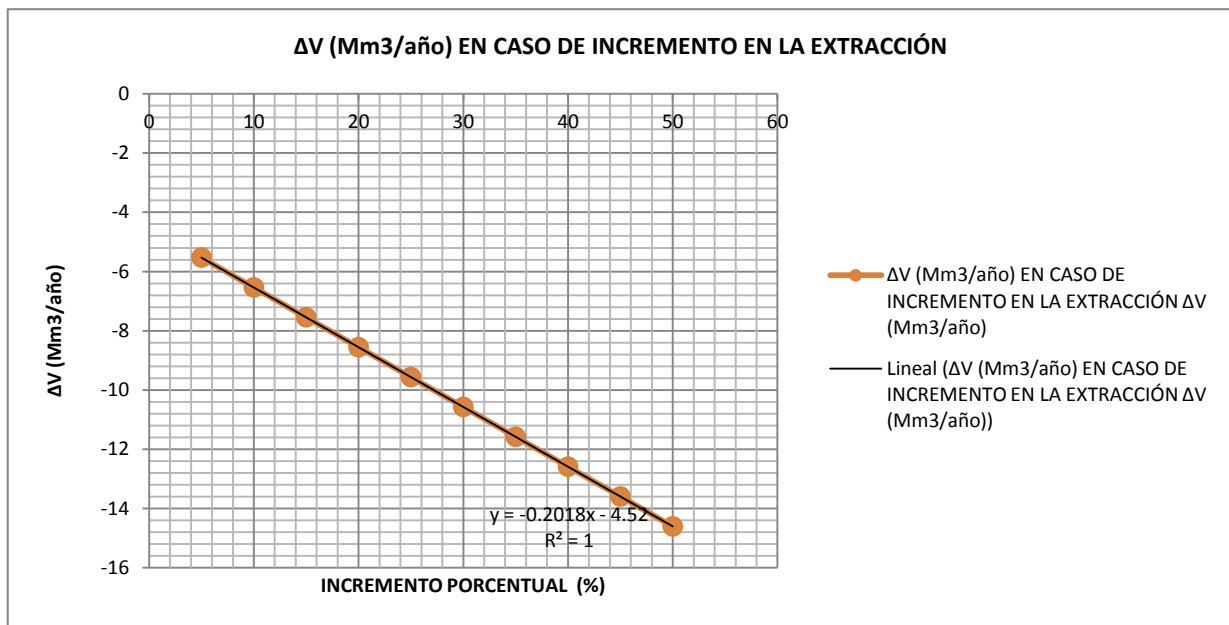


Gráfica 9. Incremento porcentual en la extracción según el censo 2010 para todo tipo de aprovechamiento con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/AÑO)

La extracción total según el censo 2010 del acuífero es de 20.18 Mm<sup>3</sup>/año. A partir de este dato se incrementó en un 5% la extracción hasta llegar al 50% más de la extracción actual pudiendo observarse los resultados en la siguiente tabla.

<b><math>\Delta V</math> (Mm<sup>3</sup>/año) EN CASO DE INCREMENTO EN LA EXTRACCIÓN</b>					
Incremento Porcentual de la Extracción	Entrada por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción Incrementada (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical (Mm <sup>3</sup> /año)	$\Delta V$ (Mm <sup>3</sup> /año)
5	7.05	8.62	21.189	17.23	-5.529
10	7.05	8.62	22.198	17.23	-6.538
15	7.05	8.62	23.207	17.23	-7.547
20	7.05	8.62	24.216	17.23	-8.556
25	7.05	8.62	25.225	17.23	-9.565
30	7.05	8.62	26.234	17.23	-10.574
35	7.05	8.62	27.243	17.23	-11.583
40	7.05	8.62	28.252	17.23	-12.592
45	7.05	8.62	29.261	17.23	-13.601
50	7.05	8.62	30.27	17.23	-14.61

Tabla 24.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de incremento en la extracción porcentualmente con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/AÑO)



Gráfica 9.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de incremento en la extracción porcentualmente con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/Año)

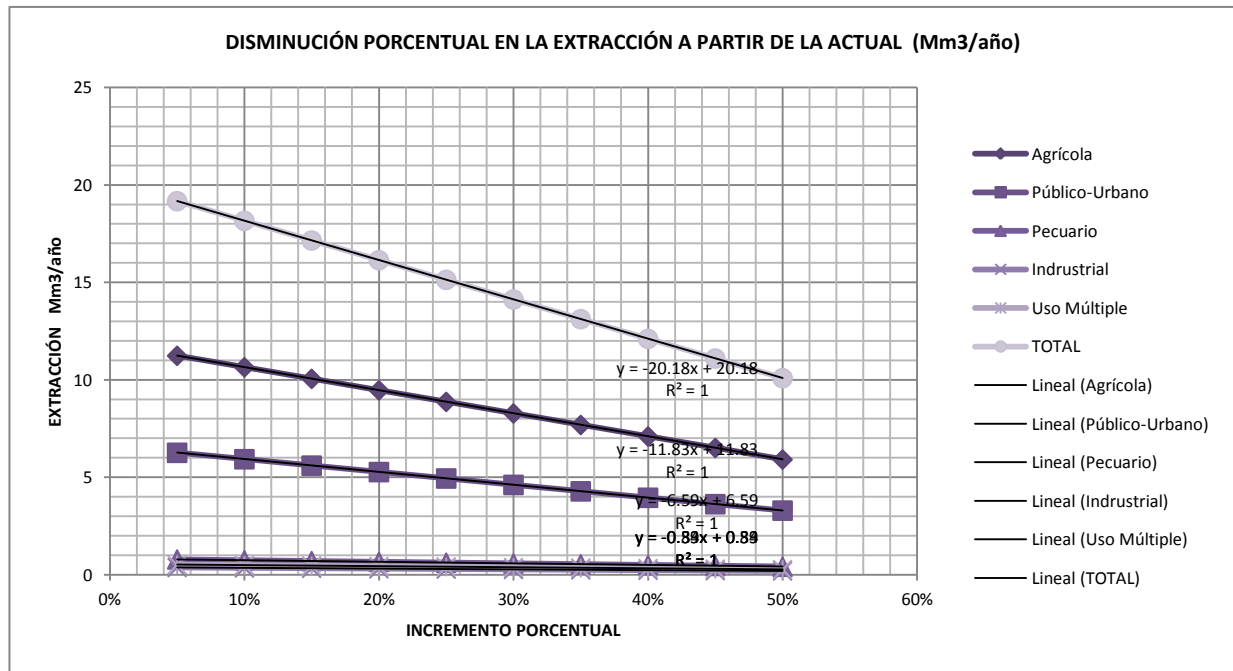
Se puede observar cómo al aumentar la extracción del acuífero, el volumen disponible de agua en el acuífero disminuye.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO VALLE DE BUENAVISTA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

La extracción total según el censo 2010 del acuífero es de 20.18 Mm<sup>3</sup>/año. A partir de este dato se disminuyó en un 5% la extracción hasta llegar al 50% menos de la extracción actual pudiendo observarse los resultados en la Tabla 25.

DISMINUCIÓN PORCENTUAL EN LA EXTRACCIÓN A PARTIR DE LA ACTUAL (Mm <sup>3</sup> /año)											
Tipo de Aprovechamiento	Extracción Mm <sup>3</sup> /año	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
Agrícola	11.83	11.2385	10.647	10.0555	9.464	8.8725	8.281	7.6895	7.098	6.5065	5.915
Público-Urbano	6.59	6.2605	5.931	5.6015	5.272	4.9425	4.613	4.2835	3.954	3.6245	3.295
Pecuario	0.83	0.7885	0.747	0.7055	0.664	0.6225	0.581	0.5395	0.498	0.4565	0.415
Industrial	0.39	0.3705	0.351	0.3315	0.312	0.2925	0.273	0.2535	0.234	0.2145	0.195
Uso Múltiple	0.54	0.513	0.486	0.459	0.432	0.405	0.378	0.351	0.324	0.297	0.27
TOTAL	20.18	19.171	18.162	17.153	16.144	15.135	14.126	13.117	12.108	11.099	10.09

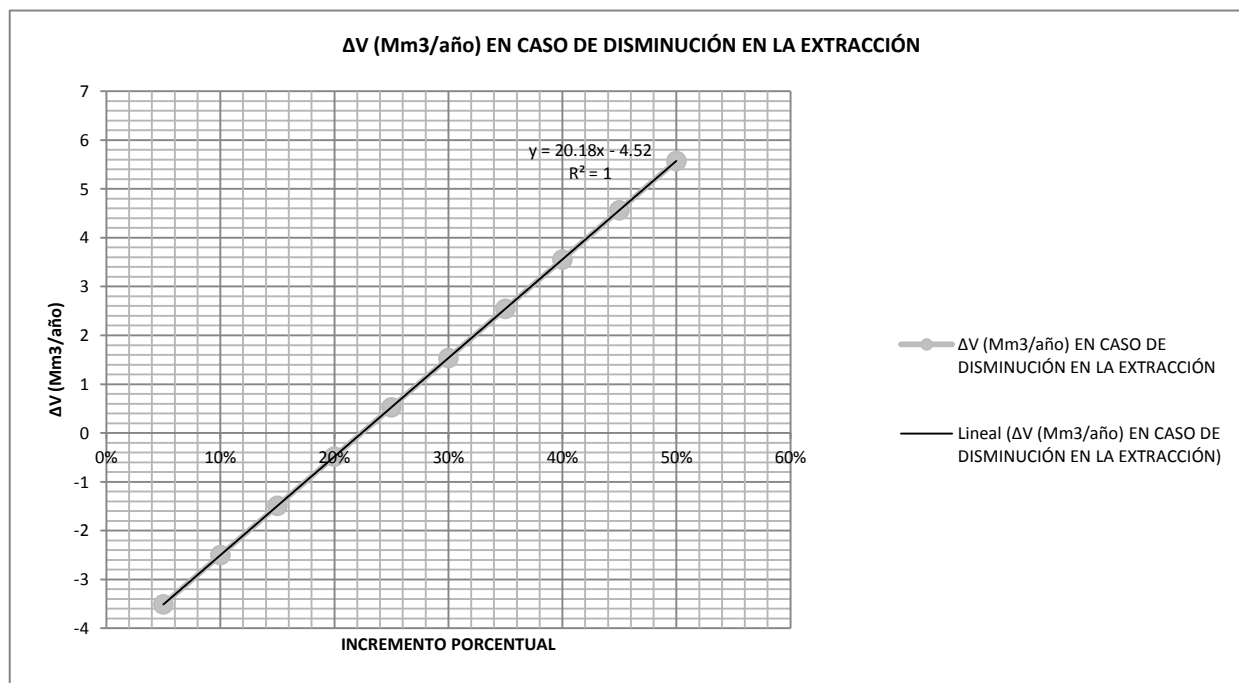
Tabla 25. Incremento porcentual en la extracción según el censo 2010 para todo tipo de aprovechamiento.



Grafica 10. Disminución porcentual en la extracción según el censo 2010 para todo tipo de aprovechamiento con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/AÑO)

<b><math>\Delta V</math> (Mm<sup>3</sup>/año) EN CASO DE DISMINUCIÓN EN LA EXTRACCIÓN</b>					
Disminución Porcentual de la Extracción (%)	Entrada por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción Incrementada (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical (Mm <sup>3</sup> /año)	$\Delta V$ (Mm <sup>3</sup> /año)
5%	7.05	8.62	19.171	17.23	-3.511
10%	7.05	8.62	18.162	17.23	-2.502
15%	7.05	8.62	17.153	17.23	-1.493
20%	7.05	8.62	16.144	17.23	-0.484
25%	7.05	8.62	15.135	17.23	0.525
30%	7.05	8.62	14.126	17.23	1.534
35%	7.05	8.62	13.117	17.23	2.543
40%	7.05	8.62	12.108	17.23	3.552
45%	7.05	8.62	11.099	17.23	4.561
50%	7.05	8.62	10.09	17.23	5.57

**Tabla 26.**  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de disminución en la extracción porcentualmente con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/AÑO)



**Gráfica 11.**  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de incremento en la extracción porcentualmente con base a la extracción actual de 20.18 (mM<sup>3</sup>/AÑO)

En el caso de disminuir la extracción de agua del acuífero se obtendría el equilibrio al explotar un 22% menos de lo explotado actualmente. A partir de un 22% menos de explotación se traería balance positivo al acuífero logrando así que la disponibilidad del mismo sea positiva.



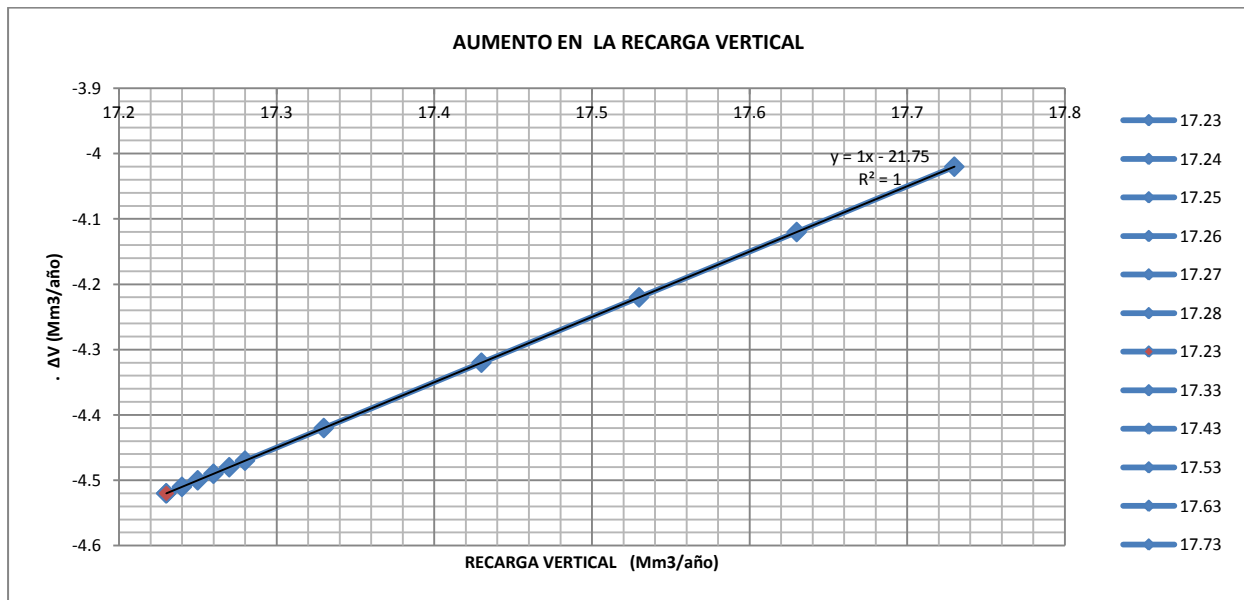
### 6.5.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA RECARGA VERTICAL.

La recarga vertical es parte fundamental para el balance final del volumen disponible del acuífero. Por medio de filtraciones de fenómenos pluviales y retorno por filtración de riego se obtiene así una recarga al acuífero la cual a continuación será modificada variando los valores en 0.01 Mm<sup>3</sup>/año para 5 resultados hipotéticos y 0.10 Mm<sup>3</sup>/año para otros 5. Con esto se verá que tanto afecta el siguiente balance;

$$\text{Entradas-Salidas} = \Delta V$$

AUMENTO EN LA RECARGA VERTICAL					
$\Delta$ Volumen (Mm <sup>3</sup> /año)	Entrada Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical (Mm <sup>3</sup> /año)	Dato
-4.52	7.05	8.62	20.18	17.23	real
-4.51	7.05	8.62	20.18	17.24	hipotético
-4.5	7.05	8.62	20.18	17.25	hipotético
-4.49	7.05	8.62	20.18	17.26	hipotético
-4.48	7.05	8.62	20.18	17.27	hipotético
-4.47	7.05	8.62	20.18	17.28	hipotético
-4.52	7.05	8.62	20.18	17.23	real
-4.42	7.05	8.62	20.18	17.33	hipotético
-4.32	7.05	8.62	20.18	17.43	hipotético
-4.22	7.05	8.62	20.18	17.53	hipotético
-4.12	7.05	8.62	20.18	17.63	hipotético
-4.02	7.05	8.62	20.18	17.73	hipotético

Tabla 27.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de aumento en la recarga vertical.

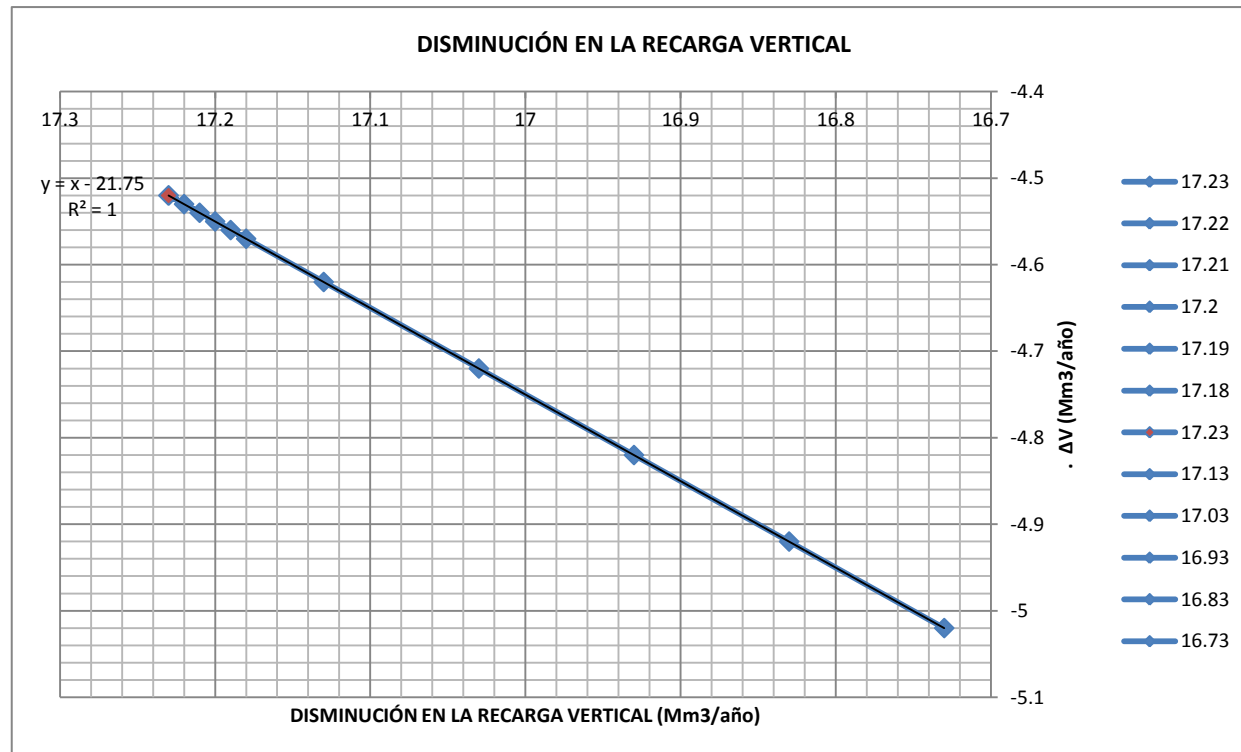


Gráfica 12.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de aumento en la recarga vertical.

Como se puede ver en la gráfica 12, el aumento en la recarga vertical favorece muy ligeramente el incremento del volumen de agua subterránea en el acuífero.

DISMINUCIÓN EN LA RECARGA VERTICAL					
$\Delta$ Volumen (Mm <sup>3</sup> /año)	Entrada Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida Subterránea (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical (Mm <sup>3</sup> /año)	Dato
-4.52	7.05	8.62	20.18	17.23	real
-4.53	7.05	8.62	20.18	17.22	hipotético
-4.54	7.05	8.62	20.18	17.21	hipotético
-4.55	7.05	8.62	20.18	17.2	hipotético
-4.56	7.05	8.62	20.18	17.19	hipotético
-4.57	7.05	8.62	20.18	17.18	hipotético
-4.52	7.05	8.62	20.18	17.23	real
-4.62	7.05	8.62	20.18	17.13	hipotético
-4.72	7.05	8.62	20.18	17.03	hipotético
-4.82	7.05	8.62	20.18	16.93	hipotético
-4.92	7.05	8.62	20.18	16.83	hipotético
-5.02	7.05	8.62	20.18	16.73	hipotético

Tabla 28.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de disminución en la recarga vertical.



Gráfica 13.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) en caso de disminución en la recarga vertical.

La disminución en la recarga vertical para el acuífero afecta obviamente el volumen disponible anualmente del acuífero. Esto se hizo conservando la extracción anual estimada en el censo 2010 dando un panorama negativo.

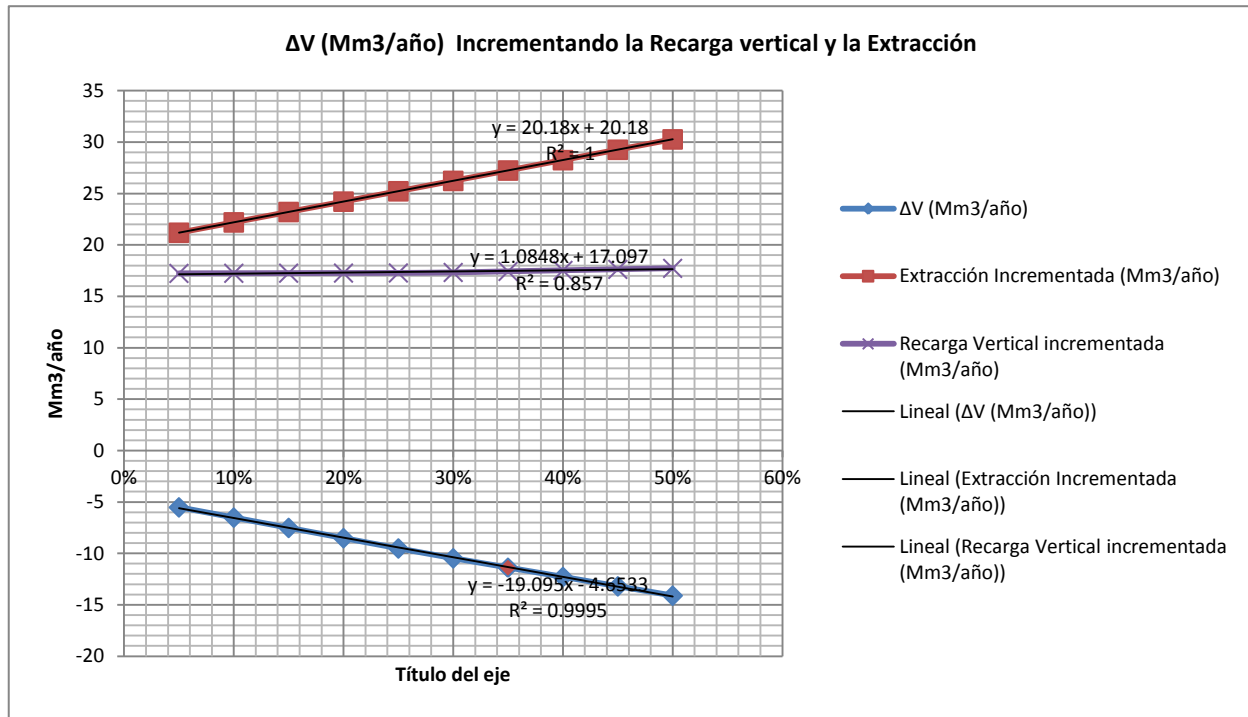
### 6.5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VARIAR LA RECARGA VERTICAL Y LA EXTRACCIÓN.

Un posible escenario que afectaría de manera positiva o negativa al acuífero sería variando la extracción y la recarga vertical. Esto podría ser incrementando los valores, disminuyéndolos o combinando el incremento y disminución de cada factor.

A continuación, se realizó la evaluación en distintos casos. En el primer caso se aumenta tanto la extracción como la recarga vertical como se muestra en la Tabla 29 y gráfica 14.

VOLUMEN EN CASO DE INCREMENTO EN LA EXTRACCIÓN Y AUMENTO EN LA RECARGA VERTICAL					
Incremento Porcentual de la Extracción	Entrada por Flujo subterráneo (Mm3/año)	Salida por Flujo subterráneo (Mm3/año)	Extracción Incrementada (Mm3/año)	Recarga Vertical incrementada (Mm3/año)	$\Delta V$ (Mm3/año)
5%	7.05	8.62	21.189	17.24	-5.519
10%	7.05	8.62	22.198	17.25	-6.518
15%	7.05	8.62	23.207	17.26	-7.517
20%	7.05	8.62	24.216	17.27	-8.516
25%	7.05	8.62	25.225	17.28	-9.515
30%	7.05	8.62	26.234	17.33	-10.474
35%	7.05	8.62	27.243	17.43	-11.383
40%	7.05	8.62	28.252	17.53	-12.292
45%	7.05	8.62	29.261	17.63	-13.201
50%	7.05	8.62	30.27	17.73	-14.11

Tabla 29. Cálculo del  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) al incrementar la recarga vertical y la extracción.



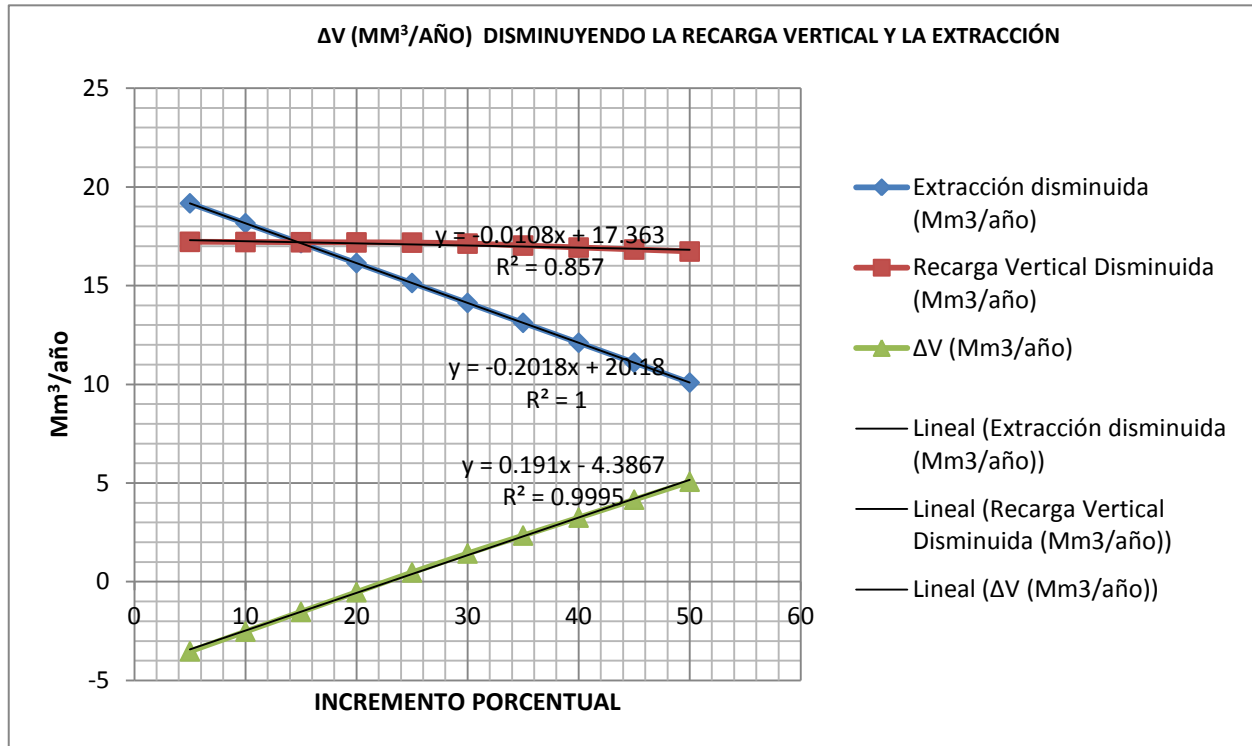
Gráfica 14. Del  $\Delta v$  ( $mM^3/AÑO$ ) al incrementar la recarga vertical y la extracción.

Se puede observar cómo al aumentar tanto la extracción como la recarga vertical no se llega al equilibrio deseado. Para contrarrestar el aumento de extracción por medio de la recarga vertical sería necesario exagerar significativamente ésta última.

En el caso de existir la disminución de la extracción y de la recarga vertical vemos el comportamiento de la tabla 30 y la gráfica 15.

VOLUMEN EN CASO DE DISMINUCIÓN EN LA EXTRACCIÓN Y DISMINUCION DE LA RECARGA VERTICAL					
Incremento Porcentual de la Extracción	Entrada por Flujo subterráneo ( $Mm3/año$ )	Salida por Flujo subterráneo ( $Mm3/año$ )	Extracción disminuida ( $Mm3/año$ )	Recarga Vertical Disminuida ( $Mm3/año$ )	$\Delta V$ ( $Mm3/año$ )
5	7.05	8.62	19.171	17.22	-3.521
10	7.05	8.62	18.162	17.21	-2.522
15	7.05	8.62	17.153	17.2	-1.523
20	7.05	8.62	16.144	17.19	-0.524
25	7.05	8.62	15.135	17.18	0.475
30	7.05	8.62	14.126	17.13	1.434
35	7.05	8.62	13.117	17.03	2.343
40	7.05	8.62	12.108	16.93	3.252
45	7.05	8.62	11.099	16.83	4.161
50	7.05	8.62	10.09	16.73	5.07

Tabla 30. Cálculo del  $\Delta v$  ( $mM^3/AÑO$ ) al disminuir la recarga vertical y la extracción.



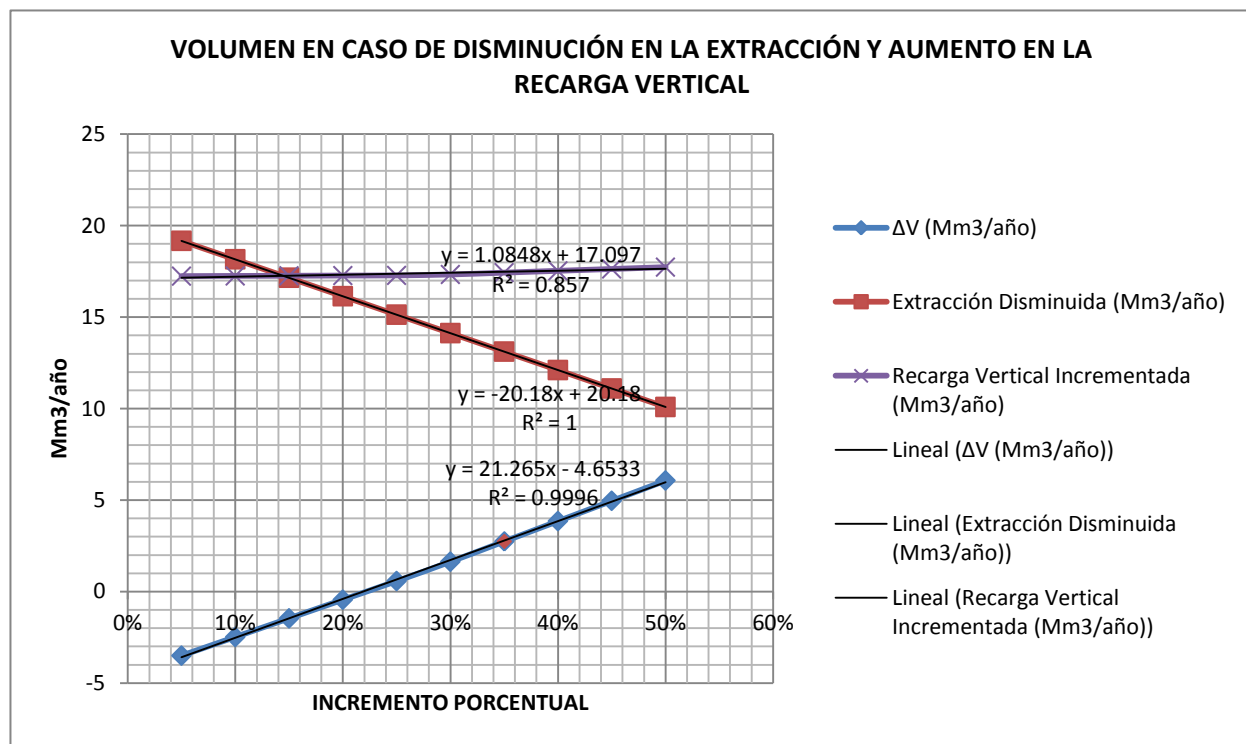
**Gráfica 15. Δv (mM<sup>3</sup>/AÑO) al disminuir la recarga vertical y la extracción.**

Como lo muestra la Gráfica 15, en el caso de disminuir un 22% tanto la recarga vertical como la extracción se daría como resultado que el acuífero se encuentre en equilibrio. El disminuir más del 22% la extracción actual según los datos arrojados por el censo 2010 dará como resultado que el acuífero cuente con un volumen disponible positivo.

A continuación, en la tabla 31 y en la grafica 16 se muestra el caso de existir la disminución en la extracción y el aumento de la recarga vertical.

VOLUMEN EN CASO DE DISMINUCIÓN EN LA EXTRACCIÓN Y AUMENTO EN LA RECARGA VERTICAL					
Incremento Porcentual de la Extracción	Entrada por Flujo subterráneo (Mm3/año)	Salida por Flujo subterráneo (Mm3/año)	Extracción Disminuida (Mm3/año)	Recarga Vertical Incrementada (Mm3/año)	$\Delta V$ (Mm3/año)
5%	7.05	8.62	19.171	17.24	-3.501
10%	7.05	8.62	18.162	17.25	-2.482
15%	7.05	8.62	17.153	17.26	-1.463
20%	7.05	8.62	16.144	17.27	-0.444
25%	7.05	8.62	15.135	17.28	0.575
30%	7.05	8.62	14.126	17.33	1.634
35%	7.05	8.62	13.117	17.43	2.743
40%	7.05	8.62	12.108	17.53	3.852
45%	7.05	8.62	11.099	17.63	4.961
50%	7.05	8.62	10.09	17.73	6.07

Tabla 31. Cálculo del  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) al aumentar la recarga vertical y disminuir la extracción.



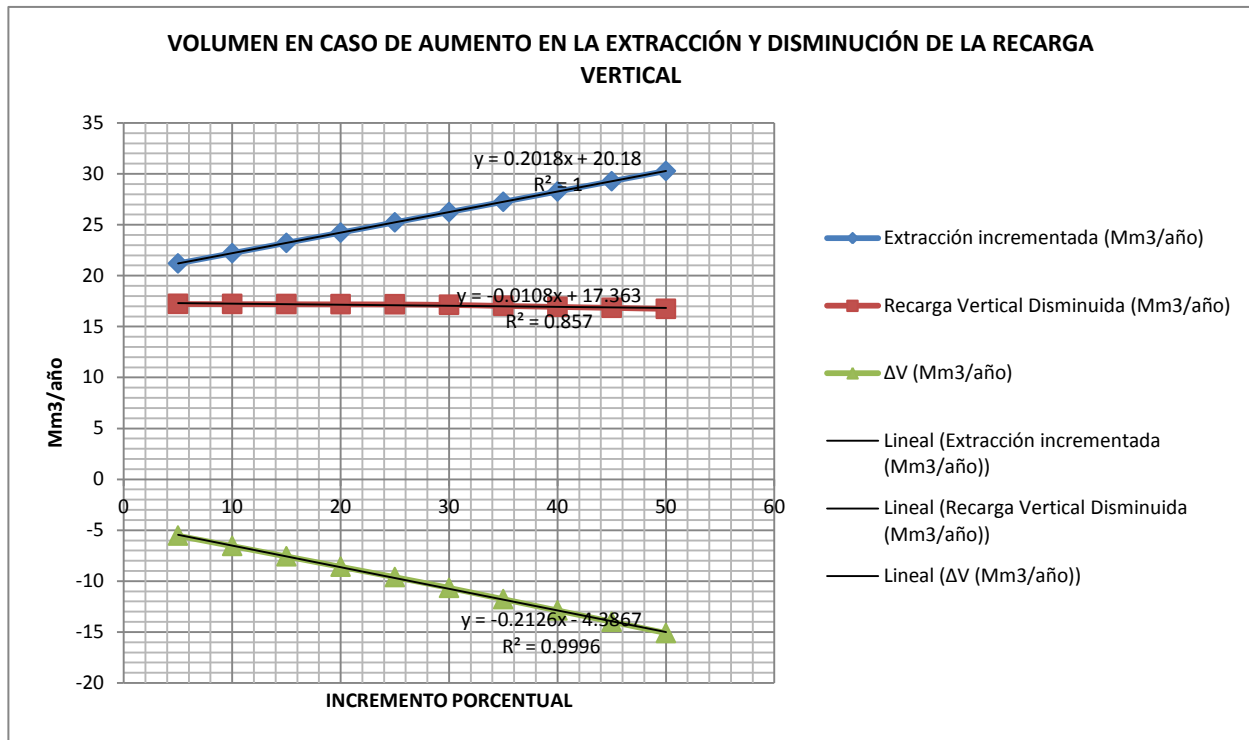
Gráfica 16.  $\Delta v$  (mM<sup>3</sup>/AÑO) al aumentar la recarga vertical y disminuir la extracción.

Los datos arrojados por la gráfica en este caso indican que en caso de disminuir un 22% la extracción y aumentar un 22% la recarga vertical se tendría el equilibrio en el acuífero.

El incremento en la extracción y la disminución de la recarga vertical se ve evaluada en la Tabla 32:

VOLUMEN EN CASO DE INCREMENTO EN LA EXTRACCIÓN Y DISMINUCIÓN DE LA RECARGA VERTICAL					
Incremento Porcentual de la Extracción	Entrada por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Salida por Flujo subterráneo (Mm <sup>3</sup> /año)	Extracción incrementada (Mm <sup>3</sup> /año)	Recarga Vertical Disminuida (Mm <sup>3</sup> /año)	ΔV (Mm <sup>3</sup> /año)
5	7.05	8.62	21.189	17.22	-5.539
10	7.05	8.62	22.198	17.21	-6.558
15	7.05	8.62	23.207	17.2	-7.577
20	7.05	8.62	24.216	17.19	-8.596
25	7.05	8.62	25.225	17.18	-9.615
30	7.05	8.62	26.234	17.13	-10.674
35	7.05	8.62	27.243	17.03	-11.783
40	7.05	8.62	28.252	16.93	-12.892
45	7.05	8.62	29.261	16.83	-14.001
50	7.05	8.62	30.27	16.73	-15.11

Tabla 32. Cálculo del Δv (mM<sup>3</sup>/AÑO) al disminuir la recarga vertical y aumentar la extracción.



Gráfica 17. Δv (mM<sup>3</sup>/AÑO) al disminuir la recarga vertical y aumentar la extracción.

Cómo lo muestra la gráfica 17, el disminuir la recarga vertical y aumentar la extracción afecta la disponibilidad del acuífero manteniéndolo sobre explotado.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **CAPÍTULO OCHO**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**





## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 CONCLUSIONES**

1. El acuífero Valle de Buenavista en el Estado de Querétaro, es un acuífero semiconfinado debido a la heterogeneidad de los materiales que lo constituyen. Se encuentra con una profundidad del nivel estático estimada de 105 m. El acuífero tiene una transmisividad de 117.54 m<sup>2</sup>/día. Como coeficiente de almacenamiento  $S=0.035$ , dato que se tomó de un trabajo previo realizado por GUYSA (1995). La disponibilidad del acuífero es de - 4.51 Mm<sup>3</sup>. con una recarga total media anual de 24.28 Mm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida de 8.62Mm<sup>3</sup> El volumen de extracción estimado es de 20.18 Mm<sup>3</sup> al año y el flujo de agua subterránea se encuentra en dirección NE-SW pues se conoce con estudios previos dicho comportamiento.
2. De acuerdo al censo actualizado, se cuenta en el acuífero con 84 pozos censados de los cuales 33 pertenecen al sector agrícola, 4 son pecuarios, 3 de uso industrial, 6 de uso múltiple y 17 son público-urbano. El volumen de extracción es de 20.18 Mm<sup>3</sup>/año.
3. En este estudio se contó con información de la profundidad del nivel estático en 12 pozos dentro de los límites publicados por el Diario Oficial de la Federación en el 2009 para el acuífero Valle de Buenavista, cuya posición se encuentra un promedio de 105 m.
4. Para comparar la transmisividad se hizo la reinterpretación de las pruebas de bombeo encontradas en estudios previos con el objetivo de lograr un mejor ajuste al variar el método.
5. El acuífero presenta un comportamiento con gradientes hidráulicos altos, sobre todo en la porción norte del área de balance, lo cual refleja la capacidad limitada de este. Esto se corroboró al realizar el balance de aguas subterráneas y después el cálculo de Disponibilidad, según la NOM-011-CNA-2000 y resultar un acuífero sobreexplotado.
6. El análisis de sensibilidad realizado refleja cómo la extracción es parte fundamental en la determinación del volumen total disponible en el acuífero. Pese a que se variaron incrementando y disminuyendo factores como la recarga vertical y la extracción e incluso en la combinación de los mismo se muestra que para lograr el balance del acuífero es necesario disminuir un 22% la extracción actual.

## 8.2 RECOMENDACIONES

Con base en los resultados del estudio hidrogeológico del acuífero Valle de Buenavista, se han derivado una serie de recomendaciones con miras a mejorar el conocimiento del acuífero y dar estimaciones más reales en relación al estado de explotación. A continuación se enlistan las más relevantes:

1. De acuerdo a la disponibilidad, es recomendable mantener la capacidad instalada y el bombeo en las condiciones actuales para preservar el acuífero a mayor y eficiente tiempo.
2. Es importante asimilar, que el balance de aguas subterráneas es una herramienta fundamental para estimar el grado de explotación del acuífero. No obstante, el período evaluado de 16 años es una enorme limitación en la precisión de los resultados obtenidos. Es muy aventurado estimar un cambio en el volumen almacenado con una superficie potenciométrica de 1994 y otra de 2010. En este sentido, es ampliamente recomendable que el balance de este acuífero sea una actividad que deba implementarse permanentemente para optimizar la gestión hídrica en esta zona.
3. Se recomienda implementar una red de pozos piloto que incluyan pozos de observación para dar continuidad al registro de la evolución piezométrica una o dos veces al año, para establecer temporalmente la variación potenciométrica del acuífero. En este punto es muy importante que se considere instrumentar la mayor cantidad posible de piezómetros con transductores cerámicos de presión, que midan automáticamente la carga hidráulica, temperatura y conductividad eléctrica del agua subterránea. Esto mejorará mucho el entendimiento del acuífero, las variaciones temporales de la dirección de flujo subterráneo, la capacidad del acuífero cuando es sometido a bombeos intensivos, entre muchas otras cosas.
4. Es fundamental estimar con más detalle la variación de los parámetros hidráulicos del acuífero, particularmente el coeficiente de almacenamiento (S). Es muy importante comentar que el balance de aguas subterráneas llevado a cabo se completó usando un valor de  $S = 0.035$  reportado por GUYSA (1995), sin embargo es fundamental actualizar este valor y estimar su variación espacial. Para ello se recomienda ejecutar varias pruebas de bombeo, repartidas en la entrada y salida de agua del acuífero, donde se midan al menos durante 72 horas, los abatimientos del nivel piezométrico en los pozos de bombeo y en pozos de observación.  
En este sentido, la CONAGUA/CEA deberá gestionar con suficiente antelación los permisos correspondientes para llevar a cabo estas pruebas y si no se cuentan con pozos de observación, se deberán perforar nuevos sondeos que puedan servir a corto plazo como pozos de observación, y a largo plazo podrán instrumentarse como piezómetros que otorguen información muy valiosa con relación a las tasas temporales de abatimiento. Además las pruebas de larga duración servirán para establecer si existen efectos de drenaje diferido o interferencia de barreras impermeables que pudiesen estar enmascarando el verdadero comportamiento hidráulico del acuífero, muy difícil de apreciar en pruebas de corta o moderada duración.
5. Dentro de los trabajos por realizar deberá estar incluida la nivelación de los brocales de cuando menos los pozos elegidos para servir como piezómetros.

6. Actualizar la base de datos de los pozos en el REPDA con los datos obtenidos en este censo, para que sean útiles como parámetros, así mismo, realizar un análisis exhaustivo sobre los títulos en el REPDA que no pudieron ser cotejados en este estudio, con el objetivo de actualizar la información del aprovechamiento o descartar el título y así aplicar satisfactoriamente lo establecido en la NOM-011-CNA-2000.
7. Se considera que la información que ha generado y la que esté por generarse en un futuro, se integre en un Sistema de Información Geográfica (GIS). Es muy ventajoso tener en un solo sistema con cortes litológicos, análisis geoquímicos, cartografía temática y demás información que puede sobreponerse y compararse estadística y matemáticamente para hacer análisis profundos de las variaciones espacio-temporales de diferentes parámetros, como la recarga o la extracción.
8. Es importante conocer al detalle la hidroestratigrafía del subsuelo, por lo que sería recomendable realizar estudios geofísicos (p.ej., transitorios electromagnéticos en el dominio del tiempo), al menos a una profundidad de investigación de 400 m, con objeto de correlacionar firmas resistivas con las formaciones acuíferas, estimar espesores saturados en diferentes zonas y acotar con más detalle la geometría del acuífero.
9. Se recomienda que se pueda llevar a cabo un análisis de modelación numérica del acuífero Valle de Buenavista, aplicando el método de diferencias finitas con el código MODFLOW acoplado a cualquiera de las muchas interfaces gráficas que se tienen actualmente en el mercado (incluso algunas gratuitas). La construcción de un modelo numérico tiene múltiples ventajas con relación al uso de modelos analíticos: (1) se obtiene un balance de masas en estado estacionario y transitorio que permitirá ajustar los valores obtenidos del balance hidrogeológico, (2) la calibración en Estado estacionario permite ajustar prácticamente todos los parámetros como la transmisividad, almacenamientos, recarga o extracciones, (3) se pueden simular diferentes escenarios de explotación para diseñar la mejor estrategia de gestión del acuífero, y (4) es auditable por lo que puede servir como una herramienta poderosa de gestión y de ensayo-error.
10. Es recomendable llevar a cabo un estudio actualizado de las características hidrogeoquímicas del acuífero. Esto permitirá determinar la variación espacial de la composición del agua, su calidad geoquímica enfocada a diversos usos y también ayudará a entender de una mejor manera el modelo conceptual por medio del análisis de las interacciones agua-roca y los procesos geoquímicos relevantes del acuífero.
11. Se recomienda llevar a cabo un estudio como la implementación de pozos de observación que pueda definir los conos de abatimiento en la parte norte del acuífero para poder definir si la distribución espacial de los pozos es la adecuada para obtener el menor abatimiento, sobre todo en la porción sur del acuífero, además de que si se obtienen los cortes litológicos serían información que permitiría comprender, integrar e interpretar la geología de esta zona. La ejecución de registros eléctricos en estos pozos de observación proporcionarían parámetros hidráulicos confiables.
12. Disminuir en un 22% de la extracción actual del acuífero llevaría al mismo a estar en equilibrio. Más del 22% de disminución de la extracción actual beneficiaría al acuífero dejándolo como uno subexplotado.

13. Debido a que el acuífero se encuentra sobreexplotado, se recomienda realizar un estudio de factibilidad de recarga artificial.
14. Integrar el presente estudio con los demás acuíferos del Estado para tener una base en la que haya correlación Acuífero-Acuífero.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **REFERENCIAS**



## REFERENCIAS

Aguirre-Díaz G.J., 1996, Volcanic stratigraphy of the Amealco caldera and vicinity, central Mexican Volcanic Belt, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 13, 10-51.

Aguirre-Díaz, G.J., López-Martínez, M., 2001, Evolución geológica de la caldera de Huichapan, Hidalgo, en base a nuevas edades  $^{40}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}$ , *GEOS*, v. 21, 320-321.

Alaniz-Álvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., Reyes-Zaragoza, M.A., Orozco- Esquivel, M.T., Ojeda-García, A.C., Vassallo, L.F., 2001, Estratigrafía y deformación extensional en la región San Miguel de Allende–Querétaro, México, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 18, 129-148.

Baker, P., 2007, Groundwater Recharge (en línea), en *Science for Decision Makers*, <[http://adl.brs.gov.au/brsShop/data/sfdm\\_groundwater\\_recharge.pdf](http://adl.brs.gov.au/brsShop/data/sfdm_groundwater_recharge.pdf)>, acceso libre, consulta: Mayo-Junio 2011.

Comisión Nacional del Agua, Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos, *Diario Oficial de la Federación*, tomo DCLXXI(20), 2009, 402 p.

Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro, Abastecimiento de agua potable en la zona de Querétaro, Qro., *Anuario Estadístico de Querétaro Arteaga*, edición 2007, <http://www.ceaqueretaro.gob.mx>.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2010, *Estadísticas del Agua en México*, edición 2010, México. D.F., Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 249 p.

Comisión Nacional del Agua, Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, *Diario Oficial de la Federación*,

Cook P.G., Solomon D.K., 1997, Recent advances in dating young groundwater: chlorofluorocarbons,  $^3\text{H}/^3\text{He}$  and  $^{85}\text{Kr}$ , *Journal of Hydrology*, v.191, 245-265.

Cooper, H.H., Jacob C.E., 1946, A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history, *Am. Geophys. Union Trans.*, v. 27, 526-534.

Custodio, E., Llamas, M.R., 2001, *Hidrología subterránea*, v. 1, 2ª ed. Ediciones Omega, Barcelona, 1157 p.

Dávalos-Álvarez, O.G., 2003, Evolución de las Fallas Mayores del Neogeno- Cuaternario, en la Región de Huimilpan, Querétaro, México, San Luis Potosí, S.L.P., Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Área Ciencias de la Tierra, tesis de licenciatura, 93 p.

Dra. Dora Carreón et. al, Centro de Geociencias UNAM, 2009, “Diagnóstico del acuífero de Amazcala”. COTAS de Amazcala

Dra. Dora Carreón et. al, Centro de Geociencias UNAM, 2010, “Determinación del Acuífero del Valle de Amazcala”.

Ferrari L., 2000, Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. LIII, 84-92.

Flury M., Fluhler H., Jury W.A., Leuenberger J., 1994, Susceptibility of soils to preferential flow of water en Scanlon B.R., Healy R.W., Cook P.G., Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge, v.10(2), 18-39.

GEO-ALFA Geotecnia – Perforación Exploratoria, 2006, Estudio de Prospección Hidrogeológica en el Área de la Comunidad el Fresno, Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro, Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro.

Guysa, 1993 Geofísica de Exploraciones S.A. de C.V., Evaluación geohidrológica de los valles El Milagro y Lagunillas ubicados en los municipios de Villa Corregidora y Huimilpan, Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro.

GUYSA, 1994, Estudio hidrogeológico y simulación matemática de los Valles de Chichimequillas y Buenavista.

GUYSA, 1995, Actualización geohidrológica del Valle de Chichimequillas – Buenavista.

Guysa, 1996, Geofísica de Exploraciones S.A. de C.V., Evaluación geohidrológica y modelación matemática en el Valle del Milagro. Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro, Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro.

Guysa, Geofísica de Exploraciones S.A. de C.V., 1995, Actualización geohidrológica del Valle de Huimilpan, El Milagro y Lagunillas, Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro.

Halford, K.J., 2006, Interpreting Hydrogeologic Columns with Multiple Aquifer Tests and a Moving-Model Approach, MODFLOW and More 2006, Managing Ground-Water Systems, 491-495.

Healy, R, Cook, P., 2002, Using groundwater levels to estimate recharge, Hydrogeology Journal, v.10 (1), 91-109.

INEGI, 2010, Querétaro: Información Geográfica: Mapa de regiones hidrológicas, <http://mapserver.inegi.gob.mx>.

INEGI, 2011 <<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/Estados/qro/fisio.cfm?c=44>

Ing. Gilberto Arriaga Leyva , Empresa GL Urbanizaciones S.A. de C.V., 1995 Estudio de prospección hidrogeológica.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2011, <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=22>>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2011

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2011 <<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/Estados/qro/precipit.cfm?>

Jacob C.E., 1950, Flow of ground-water, In Engineering Hydraulics, Rouse H., Wiley, New York, 321–386.

Nativ R., Adar E., Dahan O., Geyh M., 1995, Water recharge and solute transport through the vadose zone of fractured chalk under desert conditions, *Water Resources Res* 31, 253-261.

Nelson, S.A., Sánchez-Rubio, G., 1986, *Trans-Mexican Volcanic Belt Field Guide: Geological Association of Canada, Volcanology Division & Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología*, 108 p.

Nieto-Samaniego A.F., 1990, Fallamiento y estratigrafía cenozoica en la parte sudoriental de la Sierra de Guanajuato, *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista*, v. 9(2), 146-155. Darcy, H., 1856, *Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon*, Dalmont, Paris, 647 p.

Portniaguine O., Solomon D.K., 1998, Parameter estimation using groundwater age and head data, *Cape Cod, Massachusetts, Water Resources Research*, v. 34(4), 637-645.

Scanlon B.R., Healy R.W., Cook P.G., 2002, Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge, *Hydrogeology Journal*, v.10(2), 18-39.

Servicios en Aguas Subterráneas, Comisión Estatal de Aguas del Estado, 2006, *Prospección hidrogeológica para la perforación de un pozo de abastecimiento de agua potable a la comunidad "Ceja de Bravo", de Querétaro*.

SGM, 1998, San Pablo Tolimán F14-C57, <http://portaljsp.sgm.gob.mx>.

Sharma M.L., Cresswell I.D., Watson J.D., 1985, Estimates of natural groundwater recharge from the depth distribution of an applied tracer, subsurface flow, pollutant transport, and salinity, *Institute of Engineers, Melbourne, Victoria, Australia*, v. 85, 64-70.

Subyani A., Sen K., 2006, Refined chloride mass-balance method and its application in Saudi Arabia, *Hydrological Processes*, v.20, 4373-4380.

Verma, S.P., Carrasco-Nuñez, G., Milán, M., 1991, Geology and geochemistry of Amealco caldera, Qro., México, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 47(1-2), 105-127.

Walton, W.C., 1970, *Groundwater Resources Evaluation*, McGraw-Hill Kogakusga, Ltd., Tokio, 664 p.

Wood W.W., Sanford W.E., 1995, Chemical and isotopic methods for quantifying groundwater recharge un a regional, semiarid environment, *Ground Water*, v.33, 458-468.

Zúñiga, F.R., Pacheco, J.F., Guzmán-Speziale, M., Aguirre-Díaz, G.J., Espíndola, V.H., Nava, E., 2003, The Sanfandila earthquake sequence of 1998, Querétaro, México; activation of an undocumented fault in the northern edge of central Trans-Mexican Volcanic Belt, *Tectonophysics*, v. 361, 229-238.





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

## **ANEXO**

## **CENSO Y MAPAS**



Clave-Aprovechamiento	Otra Clave	Estado	Municipio	Acuífero	Localidad	Titular
P0001BV	545-A	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	JESUS DAVALOS MARQUEZ
P0002BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	
P0003BV	1214-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	ASOCIACIÓN CIVIL DE USUARIOS DEL POZO NO.2 DEL EJIDO MONTENEGRO
P0004BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	JOSE DE JESUS CORONEL TREJO
P0005BV	1415	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	JOSE DE JESUS CORONEL TREJO
P0006BV	2248-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	MARIA GUADALUPE MENDOZA JUAREZ
P0007BV	1439-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	EXHACIENDA DE JOFRE S.P.R. DE R.L.
P0008BV	1440-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	EXHACIENDA DE JOFRE S.P.R. DE R.L.
P0009BV	971-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	EXHACIENDA DE JOFRE S.P.R. DE R.L.
P0010BV	2244-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	UNIDAD DE RIEGO SANTA ROSA NO.17
P0011BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	A. DE U. DE LA U. DE R. DEL POZO NO. 2 EN LOS ARCOS ESQ. DE SANTA ROSA
P0012BV	1412 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	LA GOTERA	CEA
P0013BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	OJO DE AGUA DE JOFRE	OJO DE AGUA DE JOFRES 5 DE PR DE RL
P0014BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	HACIENDA SANTA ROSA	CEA
P0015BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	SATISFACCIÓN LATINO AMÉRICA S.A. DE C.V.
P0016BV	1126-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	LA LUZ	
P0017BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	CEA
P0018BV	1211-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0019BV	1784 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO DEL POZO NO.6 LOS PILARES
P0020BV	1118-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	JAIME PALACIOS ALCOSER
P0021BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO EJIDO SANTA ROSA
P0022BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL POZO NO. 5 BIS
P0023BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	BUENAVISTA NO.3 SOCIEDAD DE PRODUCCIÓN RURAL DE R.L.
P0024BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	EJIDO BUENAVISTA POZO 2
P0025BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	POZO2 PIE DE GALLO S.P.R. DE R.L.
P0026BV	1782-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	UNIDAD DE RIEGO PIÉ DE GALLO S.A. NO.1
P0027BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	MARÍA AVENDARIO GUERRERO
P0028BV	2234-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	EJIDO BUENAVISTA NO. 4
P0030BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	OCTAVIO REAMOZA MACHADO
P0031BV	1343-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGUÍ	ANDREA AGUILAR DÁVALOS
P0032BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	FLORENTINO LAVIN SALINAS
P0033BV	1413 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0034BV	1122	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0035BV	542-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA	JESÚS RUBÍN COLEA Y MA. CONSUELO VEGA SAENZ
P0036BV	1215 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	JESUS RUBENY MA. CONSUELO VEGA SAENZ
P0037BV	2254-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	FLORENTINO LAVIN SALINAS
P0038BV	2230-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	CEA
P0039BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0040BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0041BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	CEA
P0042BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	CEA
P0043BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	CEA
P0044BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	JESÚS ORTEGA CISNEROS
P0045BV	972 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	EL PINTO	CEA
P0046BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	RINCON OJO DE AGUA	MARIO NARDONI ORTEGA
P0047BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	OJO DE AGUA DE JOFRE S. DE PR DEL RL
P0048BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	OJO DE AGUA DE JOFRE	OJO DE AGUA DE JOFRE S. DE PR. DE RL.
P0049BV	1212-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.
P0050BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.
P0051BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	OJO DE AGUA DE JOFRES DE R.R. DE R.L.
P0052BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA		LUIS FELIPE ORDAZ MARTINEZ
P0053BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA		LUIS FELIPE ORDAZ MARTINEZ
P0054BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	ALFONSO LÓPEZ DÍAZ Y GILDA MARCELA MORALES GARCÍA
P0055BV	2236-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	DE U. DE LA U. DE R. DEL POZO NO.1 DEL EJIDO GABRIEL LEXUO EN PUERTO AGUIRRE
P0056BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	ESTEBAN GARFIAS ROJAS
P0060BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	JUAN CARLOS CORONEL MENDOZA
P0061BV	2237-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	CDAMASA SOTERO VERA
P0062BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	PROMOCIONES INDUSTRIALES DE QUERÉTARO SA DE CV
P0063BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGUÍ	PROMOCIONES INDUSTRIALES DE QUERÉTARO S.A. DE C.V.
P0064BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGUÍ	PROMOCIONES INDUSTRIALES DE QUERÉTARO S.A. DE C.V.
P0065BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGUÍ	AVÍCOLA CORONEL S.A. DE C.V.
P0066BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGUÍ	ALFONSO BERNARDO VÁZQUEZ Y FAUSTO TOMMASI COLOMÉ
P0068BV	543-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA CATARINA	RANCHO LA LUZ
P0069BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	FLORENTINO LAVIN SALINAS
P0071BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	LLANO DE LA ROCHERA	CEA
P0072BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	CASA BLANCA	CEA
P0073BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUÍ	CEA
P0074BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	HACIENDA SANTA ROSA	CEA FRACCIONAMIENTO HACIENDA SANTA ROSA

Clave-Aprovechamiento	Otra Clave	Estado	Municipio	Acuifero	Localidad	Titular
P0076BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGÚI	ANDREA AGUILAR DÁVALOS
P0077BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	LA GOTERA	CEA
P0079BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PUERTO AGUIRRE	JOSÉ RUTILIO ROMÁN VARGAS
P0080BV	2204-CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	JAIME PALACIOS ALCOSER
P0082BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA JAUREGÚI	GRUPO GL CONSTRUCCIONES
P0083BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA	
P0084BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA	JESÚS RUBÍN COLEA Y MA. CONSUELO VEGA SAENZ
P0085BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	MONTENEGRO	ASOCIACIÓN CIVIL DE USUARIOS DEL POZO NO.2 DEL EJIDO MONTENEGRO
P0086BV	1414 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	TIERRA BLANCA	URB TIERRA BLANCA N°4
P0087BV	1307 CNA	QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	LA CAÑADA	MACARIA OLGUIN BALTAZAR DE PUEBLA JUAREZ, LEON JUAREZ
P0088BV	1201-2	QUERÉTARO	EL MARQUÉZ	VALLE DE BUENAVISTA	TIERRA BLANCA	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL POZO NO. 2 TIERRA BLANCA EN EL MARQUÉZ
P0089BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	PALO ALTO	SIN DATO
P0090BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	SANTA ROSA DE JAUREGUI	CEA
P0091BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	JOFRE	EXHACIENDA DE JOFRE S.P.R. DE R.L.
P0092BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	CASA BLANCA	CEA
P0093BV		QUERÉTARO	QUERÉTARO	VALLE DE BUENAVISTA	BUENAVISTA	CEA

Clave-Aprovechamiento	Nombre-Predio	Nombre de aprovechamiento	Fecha de visita	Tipo	Diám de columna Succión (cm)	Diám de columna Descarga (cm)	Diám Ademe (m)
P0001BV	RANCHO MONTENEGRO.	RANCHO MONTENEGRO	06/12/2010	POZO	20.32	20.32	0.30
P0002BV	EJIDO MONTENEGRO	EJIDO MONTENEGRO POZO NO.1	06/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0003BV	EJIDO MONTENEGRO	EJIDO MONTENEGRO	06/12/2010	POZO			30.48
P0004BV	RANCHO LOS ARCOS	RANCHO LOS ARCOS	06/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0005BV	RANCHO LA UNION	RANCHO LA UNION	06/12/2010	POZO	10.16	10.16	25.40
P0006BV	RANCHO SAN CARLOS	RANCHO SAN CARLOS	07/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0007BV	HACIENDA JOFRE	HACIENDA JOFRE	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0008BV	HACIENDA JOFRE	HACIENDA JOFRE	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0009BV	HACIENDA JOFRE	HACIENDA JOFRE	09/12/2010	POZO	7.62	7.62	25.40
P0010BV	EJIDO SANTA ROSA NO.7	EJIDO SANTA ROSA POZO NO.7	11/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0011BV	EJIDO SANTA ROSA JAUREGUÍ	EJIDO SANTA ROSA JAUREGUÍ	02/12/2010	POZO	25.40	25.40	35.56
P0012BV	LA GOTERA	LA GOTERA I	08/12/2010	POZO			
P0013BV	HACIENDA OJO DE AGUA	HACIENDA OJO DE AGUA	08/12/2010	POZO	7.62	7.62	0.35
P0014BV	FRACC.HACIENDA SANTA ROSA	POZO MEZQUITE 1	03/12/2010	POZO	15.24	15.24	0.30
P0015BV	LA PROVIDENCIA	LA PROVIDENCIA	03/12/2010	POZO	7.62	7.62	35.56
P0016BV	RANCHO EL NIDO	RANCHO EL NIDO	09/12/2010	POZO	10.16	10.16	35.56
P0017BV	PIE DE GALLO	PIE DE GALLO	10/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0018BV	A.P. SANTA ROSA JAUREGUÍ	SANTA ROSA JAUREGUÍ	02/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0019BV	EJIDO SANTA ROSA	POZO 6 LOS PILARES	11/12/2010	POZO	15.24	15.24	35.56
P0020BV	RANCHO EL BORDO GRANDE	RANCHO EL BORDO GRANDE	10/12/2010	POZO			35.56
P0021BV	EJIDO SANTA ROSA	EJIDO SANTA ROSA	10/12/2010	POZO	15.48	15.48	35.56
P0022BV	BORDO EL OLGIBE	POZO NO.5 BIS	04/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0023BV	EJIDO BUENAVISTA	EJIDO BUENAVISTA	04/12/2010	POZO	20.32	20.32	30.48
P0024BV	EJIDO BUENAVISTA	EJIDO BUENAVISTA	04/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0025BV	EJIDO PIE DE GALLO	EJIDO DE PIE DE GALLO NO. 2	04/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0026BV	EJIDO PIÉ DE GALLO	POZO NO.1 PIÉ DE GALLO	04/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0027BV	RANCHO LOMA DE COYOTE	LOMA DEL COYOTE	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0028BV	EJIDO BUENAVISTA	EJIDO BUENAVISTA	04/12/2010	POZO	20.32	20.32	30.48
P0030BV	RANCHO BORDO GRANDE	RANCHO BORDA GRANDE	07/12/2010	POZO	15.24	15.24	0.30
P0031BV	RANCHO EL REFUGIO	RANCHO EL REFUGIO	07/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0032BV	RANCHO EL RISCO	RANCHO EL RISCO	06/12/2010	POZO	15.24	15.24	0.25
P0033BV	LA LUZ	LA LUZ	09/12/2010	POZO	-	-	-
P0034BV	OJO DE AGUA	OJO DE AGUA	09/12/2010	POZO	5.08	5.08	0.25
P0035BV	RANCHO LA ALDEA	RANCHO LA ALDEA	03/12/2010	POZO	15.24	15.24	35.56
P0036BV	RANCHO LA ALDEA	LA ALDEA	03/12/2010	POZO			
P0037BV	RANCHO LA TOALLA	RANCHO LA TOALLA	06/12/2010	POZO	15.24	15.24	35.56
P0038BV	POZO PUERTO DE AGUIRRE	POZO PUERTO DE AGUIRRE	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0039BV	LA VERSOLLILLA	LA VERSOLLILLA	09/12/2010	POZO	7.62	7.62	0.25
P0040BV	JOFRITO	JOFRITO	09/12/2010	POZO	10.16	10.16	0.30
P0041BV	BUENAVISTA	BUENAVISTA	10/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0042BV	LA MONJA	LA MONJA	10/12/2010	POZO	7.62	7.62	25.40
P0043BV	MONTENEGRO	MONTENEGRO	06/12/2010	POZO	10.16	10.16	0.30
P0044BV	JESÚS ORTEGA	JESÚS ORTEGA	07/12/2010	POZO	15.24	15.24	35.56
P0045BV	EL EDEN	EL EDEN	07/12/2010	POZO			
P0046BV	LO S NARDOS	LOS NARDOS	08/12/2010	NORIA			1.20
P0047BV	EX HACIENDA DE JOFRE	POSTURA 7	08/12/2010	POZO	10.16	10.16	0.25
P0048BV	OJO DE AGUA	POSTURA 8	08/12/2010	POZO	7.62	7.62	0.36
P0049BV	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.	09/12/2010	POZO			35.56
P0050BV	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.	OJO DE AGUA DE JOFRE DE P.R. DE R.L.	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0051BV	DESARROLLO NO.2	DESARROLLO NO.2	08/12/2010	POZO	7.62	7.62	20.32
P0052BV	RANCHO LA MONJA	LA MONJA 1	04/12/2010	POZO			
P0053BV	RANCHO LA MONJA	LA MONJA 2	04/12/2010	POZO			
P0054BV	RANCHO EL ACICATE	RANCHO EL ACICATE	07/12/2010	POZO	10.16	10.16	35.56
P0055BV	EJIDO GABRIEL LEYVA NO.1	EJIDO GABRIEL LEYVA	08/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0056BV	EL GÜERO	EL GÜERO	03/12/2010	POZO	5.08	5.08	0.20
P0060BV	GRANJA CORONEL	GRANJA CORONEL	07/12/2010	POZO	10.16	10.16	0.30
P0061BV	BANCO EL ACICATE	BANCO EL ACICATE	08/12/2010	POZO	10.16	10.16	25.40
P0062BV	POZO BUENAVISTA	POZO BUENAVISTA	10/12/2010	POZO	15.24	10.16	0.30
P0063BV	POZO NO.3	PARQUE INDUSTRIAL QUERÉTARO	10/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0064BV	POZO ARENERO	PARQUE INDUSTRIAL QUERÉTARO	10/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0065BV	AVÍCOLA CORONEL	LAS MARGARITAS	10/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0066BV	RANCHO DOÑA MACARIA		08/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0068BV	RANCHO LA LUZ	RANCHO LA LUZ	03/12/2010	POZO	15.24	15.24	50.08
P0069BV	EXHACIENDA MONTENEGRO	EXHACIENDA MONTENEGRO	06/12/2010	POZO			
P0071BV	LLANO DE LA ROCHERA	LLANO DE LA ROCHERA	10/12/2010	POZO	5.08	5.08	25.40
P0072BV	CASA BLANCA	CASA BLANCA	10/12/2010	POZO	10.16	10.16	35.56
P0073BV	CARRETERA A PIÉ DE GALLO	POZO NO.2	10/12/2010	POZO	25.40	25.40	35.56
P0074BV	HACIENDA SANTA ROSA	FRACCIONAMIENTO HACIENDA SANTA ROSA	03/12/2010	POZO			0.36

Clave-Aprovechamiento	Nombre-Predio	Nombre de aprovechamiento	Fecha de visita	Tipo	Diám de columna Succión (cm)	Diám de columna Descarga (cm)	Diám Ademe (m)
P0076BV	RANCHO EL REFUGIO	RANCHO EL REFUGIO	07/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0077BV	LA GOTERA	LA GOTERA	08/12/2010	POZO	10.16	10.16	0.25
P0079BV	POZO SANTA RUTH	COMUNIDAD PUERTO AGUIRRE	08/12/2010	POZO	7.62	7.62	20.32
P0080BV	RANCHO EL BORDO GRANDE	RANCHO EL BORDO GRANDE	10/12/2010	POZO	10.16	10.16	30.48
P0082BV	FRACCIONAMIENTO MONTENEGRO	FRACC. MONTENEGRO Y PROMOCIONES SA DE CV	03/12/2010	POZO			
P0083BV	MONTENEGRO	SIN NOMBRE	03/12/2010	POZO			0.25
P0084BV	RANCHO LA ALDEA	RANCHO LA ALDEA	03/12/2010	POZO	20.32	20.32	35.56
P0085BV	EJIDO MONTENEGRO	EJIDO MONTENEGRO	06/12/2010	POZO	10.16	10.16	35.56
P0086BV	TIERRA BLANCA	URB TIERRA BLANCA N°4	07/12/2010	POZO	20.32	20.32	0.30
P0087BV	LA CAÑADA	LA CAÑADA	07/12/2010	POZO			0.36
P0088BV	POZO NO. 2	TIERRA BLANCA	07/12/2010	POZO			
P0089BV	PALO ALTO	SIN DATO	08/12/2010	POZO			0.36
P0090BV	OJO DE AGUA	OJO DE AGUA	09/12/2010	POZO			
P0091BV	HACIENDA JOFRE	HACIENDA JOFRE	09/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0092BV	SAN MIGUELITO	SAN MIGUELITO	10/12/2010	POZO	15.24	15.24	30.48
P0093BV	LA MONJA	LA MONJA BIS	10/12/2010	POZO			30.48

Clave-Aprovechamiento	Profundidad pozo (m)	Condición	Uso	Medidor Agua marca	Caudal (l/s)	Lectura Vol m3	Medidor serie	Medidor CFE	No. Medidor	Lectura (kw/h)
P0001BV	124.70	ACTIVO		RICELAND	36.20		SNR 08-0245	SI	3X5W76	12811.30
P0002BV		INACTIVO		NO				NO		
P0003BV		INACTIVO		NO				NO		
P0004BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRÓNICA	12.00	485869.1	315636	SI	0XSU82	11521.30
P0005BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRÓNICA	12.00	17647.9	312134	SI	4M234F	420.18
P0006BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRÓNICA	28.00	683087.5	314503	SI	7164K8	7774.00
P0007BV		ACTIVO	AGRICOLA	JM GEYSER	23.00	485882	06-1331	SI	8FA654	26091.00
P0008BV		ACTIVO	AGRICOLA	MASTER-METER	30.00	5185	08-18694	SI	8FA872	54427.00
P0009BV		ACTIVO	AGRICOLA	ARAD	9.00	5	10-031881	SI	8N947A	91064.00
P0010BV		ACTIVO	AGRICOLA	ENDRESSHAUSER	45.00		A1012F16000	SI	3X5W75	6463.00
P0011BV		ACTIVO	AGRICOLA	JM GEYSER	40.00	129087		SI	9FA013	8583.00
P0012BV		INACTIVO		NO				NO		
P0013BV		ACTIVO	PECUARIO	JM GEYSER	7.50	86657-609359	08-0286-08-0105	SI	3L08F7	40566.00
P0014BV		ACTIVO	PUBLICO URBANO	HARD RUBBER			35816789	SI	01RR70	404522.00
P0015BV		INACTIVO/CERRADO	AGRICOLA	TURBO BAR		21111	02-0524	SI	52RD94	
P0016BV		ACTIVO		NO				SI	3X9U02	21606.00
P0017BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	ENDRESSHAUSER	21.00		C9007B16000	SI	3X6V67	70362.00
P0018BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	BADGER METER	35.00	271994	121899	SI	7P7L94	361482.00
P0019BV	250.00	ACTIVO	PUBLICO-URBANO	NO				SI	U61G43/U77G41	1500.00
P0020BV		INACTIVO		NO				NO		
P0021BV		ACTIVO	AGRICOLA	SIEMENS	28.00	468653.48	7MEC810-4HJ31-ZAAD-Z	SI	3X7W09	19713-1
P0022BV	203.00	ACTIVO	AGRICOLA	SIEMENS	23.00	185112.85	228804N448/7MEC81	SI	4149M3	3272.00
P0023BV	210.00	ACTIVO	AGRICOLA	BADGER METER	52.00	182476	10054	SI	4LSSK4	41010.00
P0024BV		INACTIVO	AGRICOLA	NO				NO		
P0025BV		ACTIVO	AGRICOLA	SIEMENS	28.00	76823.238	48S604N289	SI	7P7L34	17876.00
P0026BV		INACTIVO		NO				NO		
P0027BV		ACTIVO		JM GEYSER		70875		SI	9X1W87	
P0028BV		ACTIVO	AGRICOLA	CROMETER	49.00	378723	09-09378	SI	3X9U48	4758.10
P0030BV		ACTIVO	AGRICOLA	JM GEYSER	34.00	830544	S/N	SI	1L8293	747166.00
P0031BV	130.00	ACTIVO	MULTIPLE	NO	25.00			SI	4X0V08	20144.00
P0032BV		ACTIVO	MULTIPLE	HIDRONICA	13.00	474606.3	311542	SI	6ASP38	1158.00
P0033BV	-	INACTIVO	-	NO				NO		
P0034BV		ACTIVO	PUBLICO URBANO	SAPPEL	3.08	19785	C06CF8740037	SI	2P5J02	44223.00
P0035BV		ACTIVO	AGRICOLA	CROMETER	34.00			SI		
P0036BV		INACTIVO		NO				NO		
P0037BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRÓNICA	20.00	811399.6		SI	3X6V43	8673.70
P0038BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	TURBO BAR	28.00	2020	10-0388	SI	5X7U69	44481.00
P0039BV		ACTIVO	PUBLICO URBANO	BADGE METER	7.55		1021776	SI	3EX344	37858.00
P0040BV		ACTIVO	PUBLICO URBANO	BADGE METER	15.00	987604	SIN	SI	54RF97	37988.00
P0041BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	BADGER METER	10.85	1315396	0708-544	SI	5X0U01	35522.00
P0042BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	AZTECA	10.34	665149	8030029	SI	3L09J7	38388.00
P0043BV		ACTIVO	PUBLICO URBANO	BADGE METER	10.00	138599	S/N	SI	7EX318	20835.00
P0044BV		ACTIVO	AGRICOLA	SIEMENS				SI	54RD51	
P0045BV		INACTIVO		NO				NO		
P0046BV		ACTIVO	DOMESTICO	NO				NO		
P0047BV		ACTIVO	AGRICOLA	MC CROMETER	NO SE VE	NO SE VE	NO SE VE	SI	CF33BC	1269.00
P0048BV		ACTIVO	PECUARIO	BADGE METER	8.00	45452	SIN	SI	8P0J56	7448.00
P0049BV		INACTIVO		NO				NO		
P0050BV		ACTIVO	PECUARIO	RICELAND	36.00		06-0588	SI	7P3L47	439.00
P0051BV		ACTIVO	PECUARIO	JM GEYSER	9.00	243147		SI	7EX332	48899.00
P0052BV		ACTIVO	AGRICOLA							
P0053BV		ACTIVO	AGRICOLA							
P0054BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRÓNICA	16.00	220873.4	313026	SI	31D9V9	33322.00
P0055BV		ACTIVO	AGRICOLA	BADGER METER	48.00	586130	8004302	SI	92RM47	5671.50
P0056BV	200.00	ACTIVO	MULTIPLE	RICELAND	4.00	149633	02-0073	SI	2P3J28	43132.00
P0060BV		ACTIVO	MULTIPLE	HIDRONICA	13.00	334344	312130	SI	2L77D0	EN REPARACION
P0061BV		ACTIVO	MULTIPLE	HIDRÓNICA	12.00		310165	SI	2TU281	94539.00
P0062BV	250.00	ACTIVO	INDUSTRIAL	BADGE METER	12.00	NO SE VE	0104-187	SI	4P8616	8842.00
P0063BV	266.00	ACTIVO	INDUSTRIAL	BADGER METER	26.00		0104-228	SI	SX7V72	23122.00
P0064BV	136.00	ACTIVO	INDUSTRIAL	BADGER METER	13.00		1004-132	SI	8FA670	6189.00
P0065BV		ACTIVO	AGRICOLA	H MEINECKE	30.00	494171		SI	B331V2	
P0066BV		ACTIVO	AGRICOLA	CROMETER	23.00	513014	9367763	NO		
P0068BV		ACTIVO	AGRICOLA	JM GEYSER	38.00	291987	06-1484	SI	SX7V79	7835.70
P0069BV		INACTIVO		NO				NO		
P0071BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	SENSUS	1.30	31799	80051751	SI	SA8N81	18892.00
P0072BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	BADGER METER		970029	1021885	SI	7L64K6	10630.00
P0073BV		ACTIVO	PUBLICO-URBANO	SI	43.00	3904330		SI	4X3V50	34523.00
P0074BV		INACTIVO	PUBLICO URBANO	NO				NO		

Clave-Aprovechamiento	Profundidad pozo (m)	Condición	Uso	Medidor Agua marca	Caudal (l/s)	Lectura Vol m3	Medidor serie	Medidor CFE	No. Medidor	Lectura (kw/h)
P0076BV		ACTIVO	MÚLTIPLE	JM GEYSER		44879	08-1158	NO		
P0077BV	250.00	ACTIVO	PUBLICO URBANO	FLANGED	10.00		41702697	SI	2PJ41	86247.00
P0079BV		ACTIVO	AGRICOLA		10.00			SI	67E4LO	7.72
P0080BV		ACTIVO	AGRICOLA	BADGER METER	13.00	91196		SI	4M237F	
P0082BV		INACTIVO	PÚBLICO-URBANO, AGRICOLA	NO				NO		
P0083BV		INACTIVO		NO				NO		
P0084BV		INACTIVO	AGRICOLA	CROMETER	57.00	589118	09-01813-08	SI	6F28B6	943.40
P0085BV		ACTIVO	AGRICOLA	JM GEYSER	16.00	74718		SI	01RR85	8573.90
P0086BV		ACTIVO	AGRICOLA	HIDRONICA	35.00	858.1	317895	SI	1V211A	72198.00
P0087BV		INACTIVO		NO				NO		
P0088BV		INACTIVO		NO						
P0089BV		INACTIVO		NO				NO		
P0090BV		INACTIVO		NO				NO		
P0091BV		INACTIVO		NO				NO		
P0092BV		ACTIVO	PÚBLICO-URBANO	BADGER METER	11.30	402280		SI	29D5V4	96647.00
P0093BV		INACTIVO		NO				NO		

Clave-Aprovechamiento	Lectura kVAR	Tipo de motor	Tipo de bomba	Tipo de descarga	Datum	Grad-LAT	Min-LAT	Seg-LAT	Grad-LON	Min-LON	Seg-LON	LAT	LON	X	Y	ALTITUD GPS(msnm)
P0001BV	8304.80	ELECTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	45	56.40	100	25	43.08	20.7657	-100.4286	351281.7158	2296871.1301	1972.00
P0002BV				-	WGS84	20	46	45.18	100	25	21.84	20.7792	-100.4227	351909.2031	2298365.6339	1977.00
P0003BV				-	WGS84	20	45	56.34	100	24	59.34	20.7657	-100.4165	352546.6889	2296858.1474	1982.00
P0004BV	71413.40	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	17.88	100	24	57.06	20.7716	-100.4159	352618.4326	2297519.8958	1977.00
P0005BV	40015.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	28.14	100	25	17.52	20.7745	-100.4215	352029.5168	2297840.5748	1974.00
P0006BV	2724.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	6.18	100	25	15.30	20.7851	-100.4209	352104.0103	2299009.6927	1989.00
P0007BV	12416.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	44.46	100	24	30.66	20.8457	-100.4085	353453.5055	2305710.2183	2050.00
P0008BV	46290.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	36.90	100	24	52.26	20.8436	-100.4145	352827.1090	2305483.2311	
P0009BV	20574.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	49.86	100	25	13.56	20.8472	-100.4204	352214.9332	2305887.1587	2047.00
P0010BV	4217.10	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	45	43.32	100	27	5.04	20.7620	-100.4514	348907.7529	2296490.0592	1971.00
P0011BV	5438.00	ELÉCTRICO	VERTICAL	TUBERÍA	WGS84	20	45	38.64	100	26	28.74	20.7607	-100.4413	349956.3224	2296336.7577	1964.00
P0012BV				-	WGS84	20	52	10.08	100	23	23.94	20.8695	-100.3900	355404.8029	2308326.1599	2122.00
P0013BV	32101.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	52	33.84	100	24	42.36	20.8761	-100.4118	353144.8308	2309076.5000	2090.00
P0014BV	24434.80	ELECTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	46	9.60	100	26	23.40	20.7693	-100.4398	350119.2481	2297287.3669	1979.00
P0015BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	14.70	100	26	49.80	20.7708	-100.4472	349357.1610	2297451.0092	1993.00
P0016BV	6198.00	ELÉCTRICO	SUMERIBLE	-	WGS84	20	51	41.76	100	26	16.80	20.8616	-100.4380	350401.2328	2307499.2719	2091.00
P0017BV	13606.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	LIBRE	WGS84	20	48	47.28	100	28	13.68	20.8131	-100.4705	346974.1013	2302164.6464	2014.00
P0018BV	54307.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	45	2.04	100	26	55.26	20.7506	-100.4487	349179.2299	2295218.2039	1960.00
P0019BV	7580.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	45	46.68	100	28	4.38	20.7630	-100.4679	347192.4779	2296608.8786	1989.00
P0020BV				-	WGS84	20	50	49.32	100	24	54.18	20.8470	-100.4151	352774.9670	2305865.6204	2050.00
P0021BV	8357.30	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	45	34.38	100	27	24.18	20.7596	-100.4567	348351.7147	2296220.1437	1978.00
P0022BV	997.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	49	8.82	100	28	18.00	20.8191	-100.4717	346855.2483	2302828.1282	2025.00
P0023BV	11936.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	32.10	100	27	46.74	20.8256	-100.4630	347765.5014	2303535.7447	2018.00
P0024BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	35.58	100	27	14.34	20.8266	-100.4540	348703.1370	2303634.2734	2022.00
P0025BV	8716.60	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	5.34	100	27	43.98	20.8182	-100.4622	347837.8257	2302712.1686	2010.00
P0026BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	48	46.02	100	27	46.14	20.8128	-100.4628	347769.9868	2302118.6586	2002.00
P0027BV		ELÉCTRICO	SUMERIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	18.78	100	26	25.68	20.8386	-100.4405	350121.7417	2304950.0001	2047.00
P0028BV	5688.90	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	5.88	100	27	24.66	20.8183	-100.4569	348396.5362	2302723.7152	2003.00
P0030BV	64309.60	ELECTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	2.10	100	25	30.12	20.7839	-100.4250	351674.3535	2298888.0152	1983.00
P0031BV	1077.10	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	23.28	100	25	25.74	20.7898	-100.4238	351806.7555	2299538.1575	1993.00
P0032BV	716.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	47.94	100	25	2.22	20.7800	-100.4173	352477.3200	2298445.5107	2008.00
P0033BV				-	WGS84	20	52	19.44	100	25	14.16	20.8721	-100.4206	352221.9138	2308641.8095	2087.00
P0034BV	5524.00			LIBRE	WGS84	20	52	40.56	100	24	57.66	20.8779	-100.4160	352704.4889	2309287.0225	2080.00
P0035BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	10.08	100	27	15.00	20.7695	-100.4542	348627.0994	2297315.4936	1968.00
P0036BV				-	WGS84	20	46	0.84	100	27	46.68	20.7669	-100.4630	347708.3322	2297039.6439	1972.00
P0037BV	4489.80	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	46	50.40	100	24	42.24	20.7807	-100.4117	353055.7600	2298516.0908	2020.00
P0038BV	15490.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	49	27.30	100	24	59.28	20.8243	-100.4165	352605.3696	2303344.8919	2030.00
P0039BV	55618.00			TUBERÍA	WGS84	20	52	16.56	100	23	42.48	20.8713	-100.3951	354870.7154	2308530.0524	2114.00
P0040BV	1974.00			LIBRE	WGS84	20	52	0.66	100	25	10.74	20.8669	-100.4197	352315.6546	2308063.4693	2061.00
P0041BV	54856.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	LIBRE	WGS84	20	49	28.26	100	27	58.56	20.8245	-100.4663	347422.7152	2303420.7733	2014.00
P0042BV	62492.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	LIBRE	WGS84	20	49	23.94	100	27	32.34	20.8233	-100.4590	348179.5276	2303281.0557	2015.00
P0043BV	34702.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	45	59.16	100	25	42.72	20.7664	-100.4285	351292.8776	2296955.9047	1973.00
P0044BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	30.48	100	25	38.28	20.7751	-100.4273	351429.7945	2297917.8220	1974.00
P0045BV				-	WGS84	20	47	34.26	100	24	52.02	20.7929	-100.4145	352784.7629	2299867.2048	1986.00
P0046BV		PAPALOTE		-	WGS84	20	53	5.16	100	25	12.18	20.8848	-100.4201	352291.5567	2310047.1521	2107.00
P0047BV	729.00	ELECTRICO		TUBERÍA	WGS84	20	52	38.34	100	25	37.80	20.8773	-100.4272	351543.8688	2309229.0187	2113.00
P0048BV	7368.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	52	31.50	100	24	19.26	20.8754	-100.4054	353811.7788	2308998.6981	2095.00
P0049BV				TUBERÍA	WGS84	20	50	27.30	100	25	8.82	20.8409	-100.4191	352345.8282	2305192.2538	2051.00
P0050BV	2011.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	17.46	100	24	36.90	20.8382	-100.4103	353265.8648	2304881.5781	2049.00
P0051BV	14160.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	48	47.88	100	25	17.58	20.8133	-100.4216	352065.6360	2302137.4293	2030.00
P0052BV		ELÉCTRICO		TUBERÍA												
P0053BV		ELÉCTRICO		TUBERÍA												
P0054BV	82247.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	48	36.24	100	25	21.12	20.8101	-100.4225	351960.1312	2301780.4151	2037.00
P0055BV	4586.20	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	12.30	100	25	42.60	20.8201	-100.4285	351348.9226	2302894.7130	2031.00
P0056BV	33874.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	46	9.42	100	26	46.68	20.7693	-100.4463	349445.9375	2297287.8464	1993.00
P0060BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	14.28	100	25	48.96	20.7873	-100.4303	351132.8715	2299267.3545	1991.00
P0061BV	46080.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	48	26.64	100	25	7.50	20.8074	-100.4188	352351.3177	2301481.7568	2044.00
P0062BV	5355.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	39.60	100	26	42.90	20.8277	-100.4453	349613.1541	2303749.7073	2034.00
P0063BV	13194.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	40.80	100	25	53.82	20.8280	-100.4316	351032.3344	2303773.9382	2046.00
P0064BV	3068.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	43.50	100	26	23.04	20.8288	-100.4397	350188.3588	2303864.4883	2037.00
P0065BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	9.78	100	26	4.38	20.8361	-100.4346	350734.9931	2304667.7618	2040.00
P0066BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	49	6.18	100	24	48.54	20.8184	-100.4135	352910.1607	2302692.7503	2022.00
P0068BV	8247.20	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	31.38	100	27	48.90	20.7754	-100.4636	347652.6369	2297979.3049	1985.00
P0069BV				-	WGS84	20	45	48.66	100	25	38.16	20.7635	-100.4273	351421.9033	2296631.8770	1982.00
P0071BV	9107.00			LIBRE	WGS84	20	46	15.24	100	33	9.06	20.7709	-100.5525	338388.9563	2297569.4593	2387.00
P0072BV	1037.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	44	57.84	100	29	8.76	20.7494	-100.4858	345316.6951	2295124.0981	2031.00
P0073BV	11907.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	45	7.26	100	27	26.46	20.7520	-100.4574	348278.2536	2295386.8239	1971.00
P0074BV				-	WGS84	20	45	56.04	100	26	16.56	20.7656	-100.4379	350313.3505	2296868.6500	1970.00



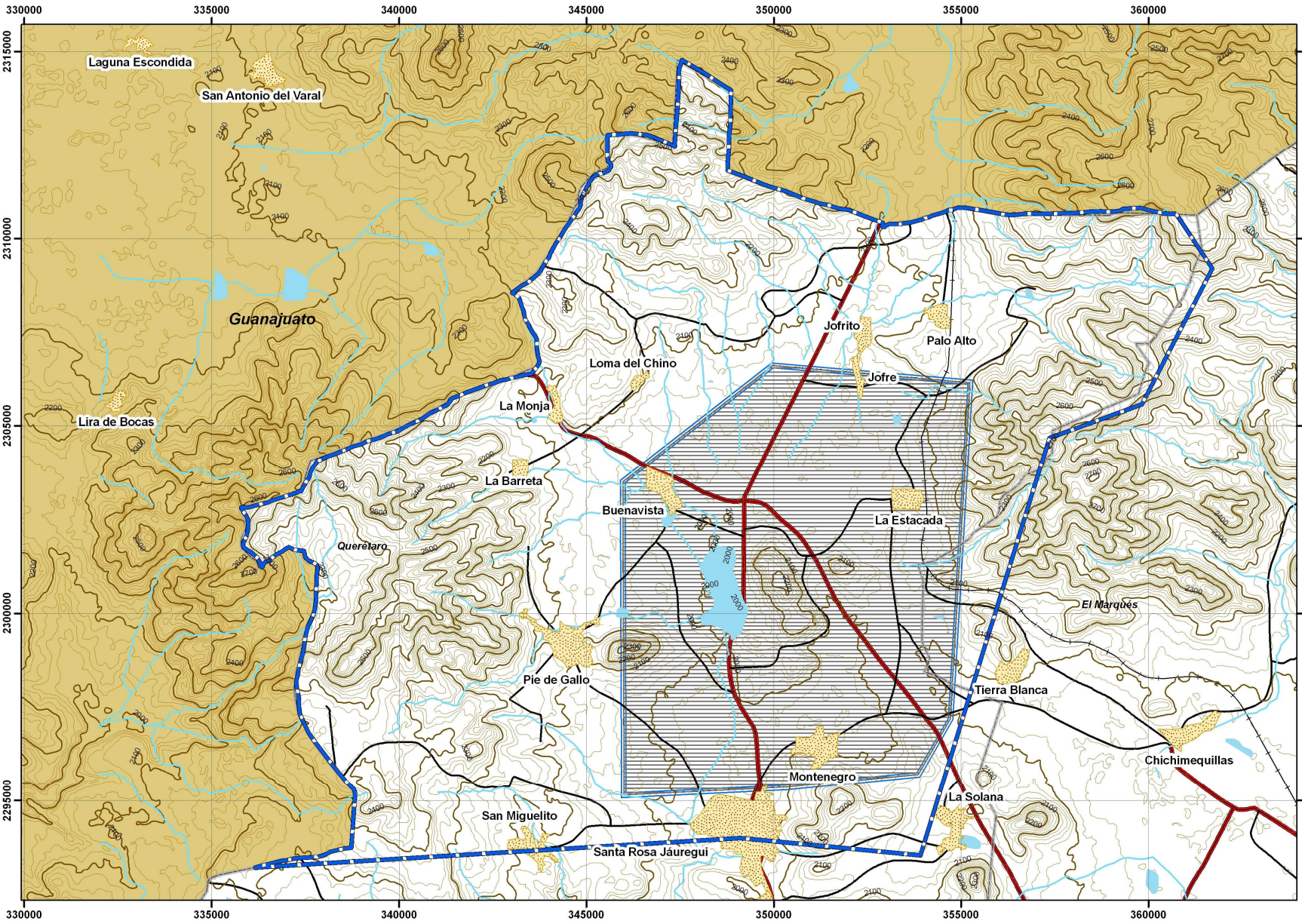
Clave-Aprovechamiento	Lectura kVAR	Tipo de motor	Tipo de bomba	Tipo de descarga	Datum	Grad-LAT	Min-LAT	Seg-LAT	Grad-LON	Min-LON	Seg-LON	LAT	LON	X	Y	ALTITUD GPS(msnm)
P0076BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	41.94	100	25	31.38	20.7950	-100.4254	351648.7370	2300113.3706	1995.00
P0077BV	98441.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	-	WGS84	20	52	12.66	100	23	27.12	20.8702	-100.3909	355313.5854	2308406.2864	2118.00
P0079BV	29.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	48	5.04	100	25	49.98	20.8014	-100.4306	351117.2144	2300828.4303	2023.00
P0080BV		ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	50	51.48	100	24	39.54	20.8476	-100.4110	353198.7189	2305928.3233	2055.00
P0082BV				-	WGS84	20	46	24.72	100	26	39.42	20.7735	-100.4443	349660.1046	2297756.4271	2006.00
P0083BV				-	WGS84	20	45	54.60	100	26	34.02	20.7652	-100.4428	349807.9972	2296828.8731	1969.00
P0084BV	2165.30	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	46	1.38	100	27	26.88	20.7671	-100.4575	348281.1133	2297051.0728	1972.00
P0085BV	12758.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	45	56.52	100	24	58.62	20.7657	-100.4163	352567.5602	2296863.4996	1978.00
P0086BV	43113.00	ELECTRICO	SUMERGIBLE	TUBERÍA	WGS84	20	47	44.70	100	23	53.58	20.7958	-100.3982	354477.3557	2300173.4932	2003.00
P0087BV				-	WGS84	20	47	27.42	100	23	51.18	20.7910	-100.3976	354542.1492	2299641.5567	2005.00
P0088BV				-	WGS84	20	47	12.54	100	23	51.90	20.7868	-100.3978	354517.3675	2299184.1984	2002.00
P0089BV				-	WGS84	20	52	19.02	100	24	8.46	20.8720	-100.4024	354120.5463	2308612.2263	2100.00
P0090BV			SUMERGIBLE	-	WGS84	20	52	39.96	100	24	58.02	20.8778	-100.4161	352693.9226	2309268.6648	
P0091BV				-	WGS84	20	50	45.12	100	25	12.18	20.8459	-100.4201	352253.5364	2305741.0566	2050.00
P0092BV	79603.00	ELÉCTRICO	SUMERGIBLE	LIBRE	WGS84	20	44	58.68	100	29	45.12	20.7496	-100.4959	344265.2425	2295159.6246	2090.00
P0093BV				-	WGS84	20	49	23.76	100	27	32.22	20.8233	-100.4590	348182.9467	2303275.4894	2015.00

Clave-Aprovechamiento	Cota brocal (msnm)	Altura_brocal (m)	PNE (m) 2010	h 2010 (m)	PND (m) 2010	Modelo GPS	Presición GPS (m)	Visitador	Clave-Aprovechamiento
P0001BV	1972.30	0.30			124.70	GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0001BV
P0002BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0002BV
P0003BV	1982.60	0.60	108.68	1873.92		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0003BV
P0004BV	1977.00	0.00			118.65	GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0004BV
P0005BV	1974.00	0.00	99.47	1874.53		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0005BV
P0006BV	1989.00	0.00	107.82	1881.18		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0006BV
P0007BV	2050.85	0.85				GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0007BV
P0008BV		0.42				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0008BV
P0009BV	2047.38	0.38	88.60	1958.78		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0009BV
P0010BV	1971.20	0.20	92.89	1878.31		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0010BV
P0011BV	1964.62	0.62			93.11	GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0011BV
P0012BV						GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0012BV
P0013BV	2090.20	0.20	72.11	2018.09		GPS GARMIN 60CSX	0.7	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0013BV
P0014BV	1979.70	0.70	N.S.P.S			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0014BV
P0015BV	1993.44	0.44				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0015BV
P0016BV	2091.50	0.50	24.81	2066.69		GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0016BV
P0017BV			NSPS			GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0017BV
P0018BV	1960.48	0.48			101.80	GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0018BV
P0019BV	1989.55	0.55	117.18	1872.37		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0019BV
P0020BV	2050.17	0.17	94.96	1955.21		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0020BV
P0021BV	1978.20	0.20	103.17	1875.03		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0021BV
P0022BV	2025.40	0.40	147.83	1877.57		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0022BV
P0023BV	2018.31	0.31				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0023BV
P0024BV	2022.58	0.58				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0024BV
P0025BV	2010.23	0.23	136.13	1874.10		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0025BV
P0026BV	2002.45	0.45	NSPS			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0026BV
P0027BV	2047.40	0.40	NSPS			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0027BV
P0028BV	2003.15	0.15	130.83	1872.32		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0028BV
P0030BV	1983.00	0.00			118.36	GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0030BV
P0031BV	1993.00	0.00	105.00	1888.00		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0031BV
P0032BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0032BV
P0033BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0033BV
P0034BV	2080.10	0.10	78.43	2001.67		GPS GARMIN 60CSX	0.7	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0034BV
P0035BV	1968.25	0.25	94.83	1873.42		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0035BV
P0036BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0036BV
P0037BV	2020.00	0.00	139.20	1880.80		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0037BV
P0038BV	2030.00	0.00			162.91	GPS GARMIN 60CSX	0.6	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0038BV
P0039BV					104.99	GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0039BV
P0040BV	2061.45	0.45	50.08	1993.44	60.6	GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0040BV
P0041BV	2014.40	0.40	143.74	1870.66		GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0041BV
P0042BV	2015.30	0.30	NSPS			GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0042BV
P0043BV	1973.10	0.10				GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0043BV
P0044BV	1974.50	0.50	99.20	1875.30		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0044BV
P0045BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0045BV
P0046BV	2107.40	0.40				GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0046BV
P0047BV	2113.00	0.00	25.40	2087.60		GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0047BV
P0048BV	2095.25	0.25	73.17	2022.08		GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0048BV
P0049BV	2051.00	0.00	81.60	1969.40		GPS GARMIN 60CSX	0.7	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0049BV
P0050BV	2049.25	0.25		2049.25	106.43	GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0050BV
P0051BV	2030.17	0.17	149.08	1881.09		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0051BV
P0052BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0052BV
P0053BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0053BV
P0054BV	2037.15	0.15	162.00	1875.15		GPS GARMIN 60CSX	0.7	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0054BV
P0055BV	2031.44	0.44	148.87	1882.57		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0055BV
P0056BV	1993.20	0.20	107.38	1885.82		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0056BV
P0060BV	1991.40	0.40				GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0060BV
P0061BV	2044.69	0.69			173.80	GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0061BV
P0062BV	2034.22	0.22	154.03	1880.19		GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0062BV
P0063BV	2046.35	0.35	124.00	1922.35		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0063BV
P0064BV	2037.25	0.25	74.52	1962.73		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0064BV
P0065BV	2040.55	0.55	103.96	1936.59		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0065BV
P0066BV	2022.55	0.55				GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0066BV
P0068BV	1985.47	0.47				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0068BV
P0069BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0069BV
P0071BV	2387.35	0.35	NSPS			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0071BV
P0072BV	2031.35	0.35				GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0072BV
P0073BV	1971.60	0.60				GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0073BV
P0074BV	1970.45	0.45	105.07	1865.38		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0074BV

Clave-Aprovechamiento	Cota brocal (msnm)	Altura_brocal (m)	PNE (m) 2010	h 2010 (m)	PND (m) 2010	Modelo GPS	Presición GPS (m)	Visitador	Clave-Aprovechamiento
P0076BV	1995.45	0.45	112.30	1883.15		GPS GARMIN 60CSX	0.7	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0076BV
P0077BV	2118.50	0.50	100.44	2018.06		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0077BV
P0079BV	2024.10	1.10	138.80	1885.30		GPS GARMIN 60CSX	0.6	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0079BV
P0080BV	2055.43	0.43	97.10	1958.33		GPS GARMIN 60CSX	0.8	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0080BV
P0082BV						GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0082BV
P0083BV	1969.20	0.20	N.S.P.S			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0083BV
P0084BV	1972.48	0.48	98.94	1873.54		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0084BV
P0085BV	1978.20	0.20	108.77	1869.43		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0085BV
P0086BV	2003.50	0.50	131.85	1871.65		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0086BV
P0087BV	2006.00	1.00	129.78	1876.22		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0087BV
P0088BV	2002.74	0.74				GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0088BV
P0089BV	2100.35	0.35	77.02	2023.33		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0089BV
P0090BV		0.60	59.69			GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSE GUILLERMO ALONSO	P0090BV
P0091BV	2050.30	0.30	89.41	1960.89		GPS GARMIN 60CSX	0.9	ALFREDO CARLOS CISNEROS A.	P0091BV
P0092BV	2090.50	0.50				GPS GARMIN 60CSX	0.8	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0092BV
P0093BV	2015.60	0.60	141.74	1873.86		GPS GARMIN 60CSX	0.9	JOSÉ GUILLERMO ALONSO	P0093BV

Observaciones
ATENDIO TOMAS MARTINEZ LOPEZ
NO HUBO QUIÉN DIERA INFORMES DEL POZO
POZO FUERA DE SERVICIO DESDE HACE TRES AÑOS, ATENDIÓ EL SR. ALVINO AGUILAR
ATENDIÓ EL SR. EUGENIO MEDINA
ATENDIÓ EL SR. EUGENIO MEDINA
SE INTENTÓ SONDEAR POR DONDE ENTRAN LOS CABLES, SE ATORA LA SONDA, ATENDIÓ EL SR. JOSÉ LUIS BAUTISTA
EL POZO NO SE PUDO SONDEAR
ATENDIÓ SERGIO RODRÍGUEZ
POZO CEGADO
NO HUBO QUIEN DIERA INFORMACION EL CABLE DE LA SONDA SE ATORA Y NO BAJA.
POZO FUERA DE SERVICIO TEMPORALMENTE, SE ATORA LA SONDA A LOS 80m
LA SONDA SE ATORÓ A LOS 50m, POZO FUNCIONA 24 HORAS/DÍA, ATENDIÓ ING. MIGUEL
SE ENCONTRABA EN REHABILITACIÓN
EL POZO TIENE MÁS DE 7 AÑOS FUERA DE SERVICIO
NO SE DIO INFORMACIÓN
POZO DIFÍCIL DE SONDEAR, ATENDIÓ EL SR. JAVIER SOTO LÓPEZ
SE ATORÓ LA SONDA A LOS 40m.
POZO FUERA DE SERVICIO, SE ATORA LA SONDA APROXIMADAMENTE A LOS 50m
POZO DIFÍCIL DE SONDEAR
NO TIENE ENERGÍA ELÉCTRICA, LA SONDA NO BAJA, ATENDIÓ EL SR. MANUEL RODRÍGUEZ
POZO TEMPORALMENTE FUERA DE SERVICIO, SIN TRANSFORMADOR, NO BAJA EL CABLE DE LA SONDA, ATENDIÓ EL SR. FILEMÓN
POZO MUY DIFÍCIL DE SONDEAR
NO DIO SU NOMBRE LA PERSONA QUE ATENDIO
POZO CEGADO ATENDIO JUAN JOSE ESCOBEDO
FUNCIONA 8 HORAS AL DIA. NE CON 30 MINUTOS DE RECUPERACION ATENDIO JUAN JOSE ESCOBEDO
LOS MEDIDORES TIENEN CANDADO, NO SE PUDO SONDEAR, ATENDIÓ SR. ROLANDO SÁNCHEZ
FUERA DE SERVICIO, CEGADO
FUNCIONA 8 HORAS AL DIA ATENDIO JUAN JOSE ESCOBEDO
NE CON 30 MINUTOS DE RECUPERACION, BOMBEA 20 HORAS AL DIA. ATENDIO JUAN JOSE ESCOBEDO
EL POZO BOMBEA 20 HORAS/DÍA
EL POZO TRABAJA 20 HORAS/DÍA, NO BAJA EL CABLE DE LA SONDA, ATENDIÓ EL ING. MIGUEL
NO HUBO QUIÉN DIERA INFORMES DEL POZO, AL PARECER EL POZO ESTA FUERA DE SERVICIO PARCIALMENTE
POZO CEGADO EL 9 DE DICIEMBRE DEL 2009. ABANDONADO
NO DIO SU NOMBRE LA PERSONA QUE ATENDIO
NIVEL DINAMICO POCO DUDOSO.
NO DIO SU NOMBRE LA PERSONA QUE ATENDIO
POZO FUERA DE SERVICIO DESDE HACE DIEZ AÑOS, ATENDIÓ EL SR. FRANCISCO BISCALLA
ATENDIÓ EL SR. FRANCISCO BISCALLA
ATENDIÓ EL SR. JOSÉ ARTURO CUELLAR
SE NEGÓ EN ACCESO AL POZO
SE NEGÓ EN ACCESO AL POZO
ATENDIÓ EL SR. ALFONSO LÓPEZ
EL POZO ES MUY DIFÍCIL DE SONDEAR, AL SACAR LA SONDA SE QUEDARON 10m
ESTE POZO LO UTILIZAN PARA ARBOLES FRUTALES Y SERVICIOS. ATENDIO FELIPE REYES.
ELECTRICIDAD EN REPARACION. NO FIRMO ATENDIO JUAN CARLOS CORONEL
ATENDIÓ EL SR. ERNESTO JUAN SAMANIEGO
ATENDIO RUBEN HERNANDEZ
ATENDIÓ EL SR. RUBÉN HERNÁNDEZ
ATENDIÓ EL SR. RUBÉN HERNÁNDEZ
EL POZO NO SE PUEDE SONDEAR PORQUE ESTÁ SELLADO COMPLETAMENTE, NO TIENE MEDIDOR DE LUZ, ATENDIÓ EL SR. CELESTINO AGUILLÓN
EL POZO NO TIENE ADEME, SE ATORA, ATENDIÓ SR. AGUSTÍN SAMANIEGO
AZOLVADO CON PIEDRAS, NUNCA OPERÓ, SE ENCUENTRA ABANDONADO
EL POZO TRABAJA 15HORAS/DÍA, NO BAJA EL CABLE DE LA SONDA, ATENDIÓ EL ING. MIGUEL
POZO DE AUXILIO DEL POZO NO.92 SAN MIGUELITO
EL POZO TRABAJA 20 HORAS/DÍA
POZO RECIENTE PERFORADO, SIN EQUIPO DE BOMBEO, NO SE ENCONTRÓ AL ENCARGADO.

Observaciones
POZO PRÓXIMO A FUNCIONAR
POZO NUEVO. BOMBEA LAS 24 HORAS. ATENDIO ING. ROMÁN
ATENDIÓ EL SR. CIRILO VARGAS
ATENDIÓ EL SR. MARTÍN MORENO
POZO A PERFORAR
AL PARECER ABANDONADO, FUERA DE SERVICIO, SIN EQUIPO DE BOMBEO, ESTA COLAPSADO Y NO HUBO QUIEN DIERA INFORMES
ATENDIÓ SR. ROLANDO SÁNCHEZ
ESTE POZO ES REPOSICIÓN DEL POZO P0003BV, ATENDIÓ EL SR. ALVINO AGUILAR
ATENDIO REYNALDO VILLANUEVA SANCHEZ
SIN EQUIPO DE BOMBEO. FUERA DE SERVICIO. ATENDIO REYNALDO VILLANUEVA SANCHEZ
POZO CEGADO
POZO SIN EQUIPO. ABANDONADO Y NO SE PROPORCIONO LA INFORMACIÓN
POZO ABANDONADO
EL POZO TIENE MÁS DE 12 AÑOS SIN FUNCIONAR, ATENDIÓ EL SR. JOSÉ LUIS BAUTISTA
EL POZO TRABAJA 20HORAS/DÍA
NO TIENE EQUIPO DE BOMBEO, ATENDIÓ EL ING. MIGUEL



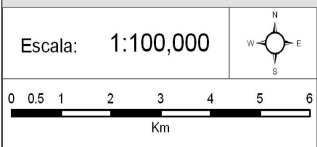
### Legenda

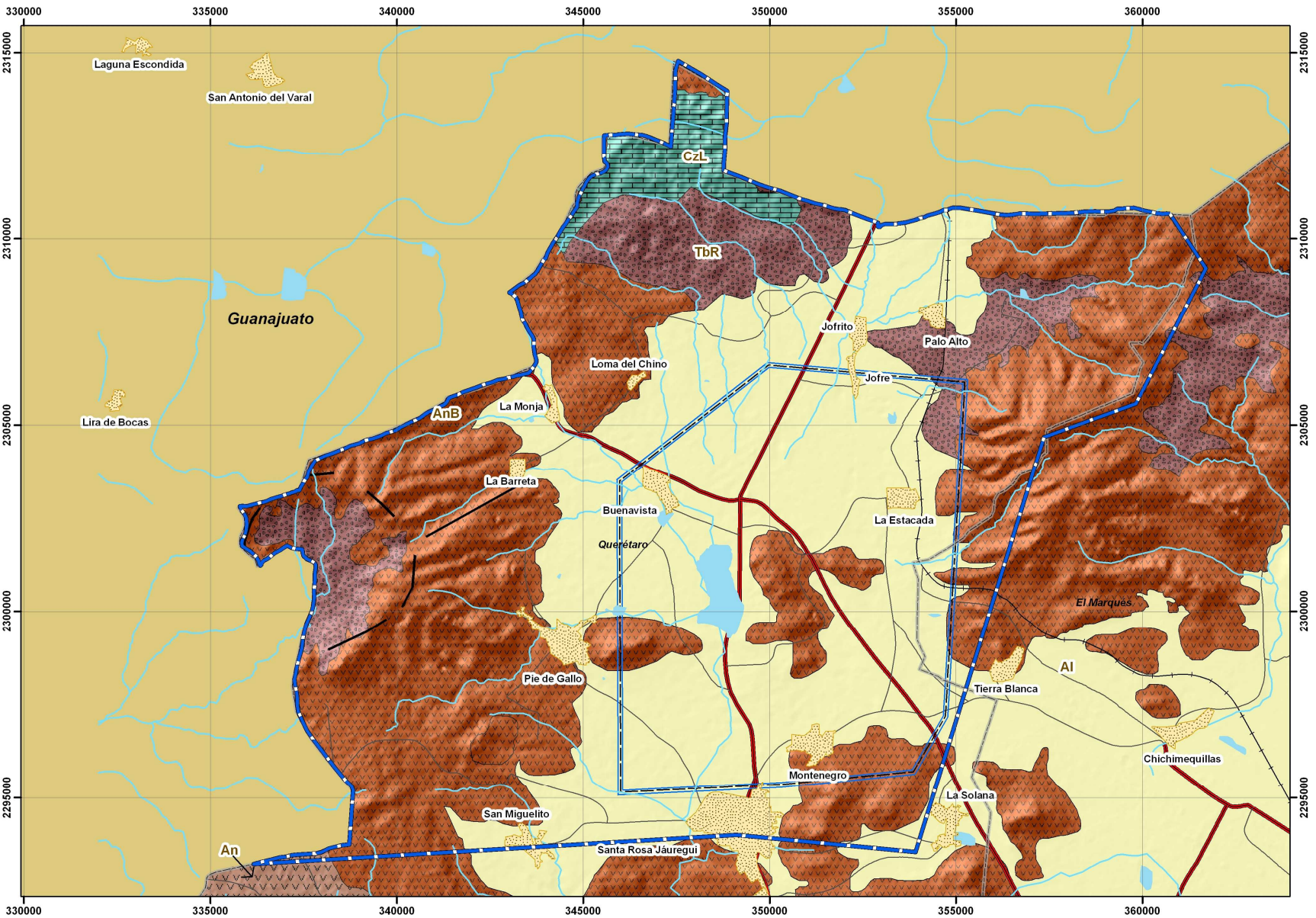
- Carreteras
- Vialidades
- Corriente superficial
- Cuerpos de agua
- Poblaciones
- Área de balance
- Límite administrativo acuífero

### Curvas de nivel

- Primaria
- Secundaria
- Límites municipales

**Plano No. 1:**  
**Localización del área de estudio**  
 Parámetros Geográficos  
 Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar





**Croquis de Localizacion**



**Leyenda**

- Vialidades
- Carreteras
- Corriente superficial
- Cuerpos de agua
- Poblaciones
- Falla geológica
- Litología**
- AI
- An
- AnB
- CzL
- TbR
- Área de balance
- Limite administrativo acuífero
- Limites municipales

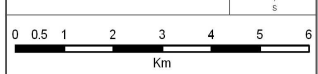
**Plano No. 2:**

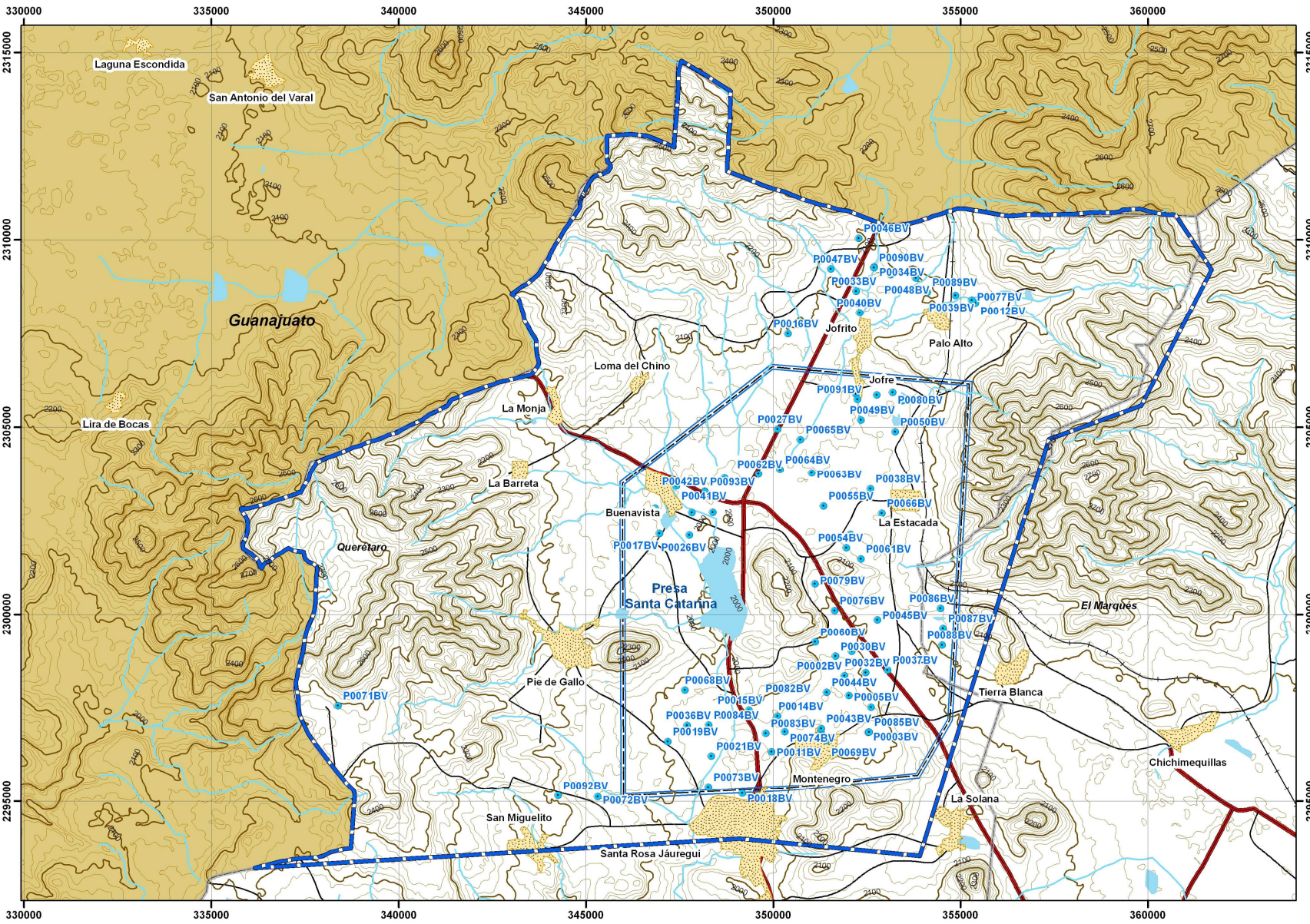
**Geología del acuífero**

**Parámetros Geográficos**

Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar

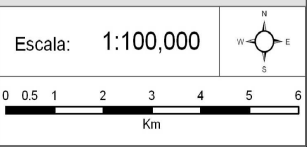
Escala: 1:100,000



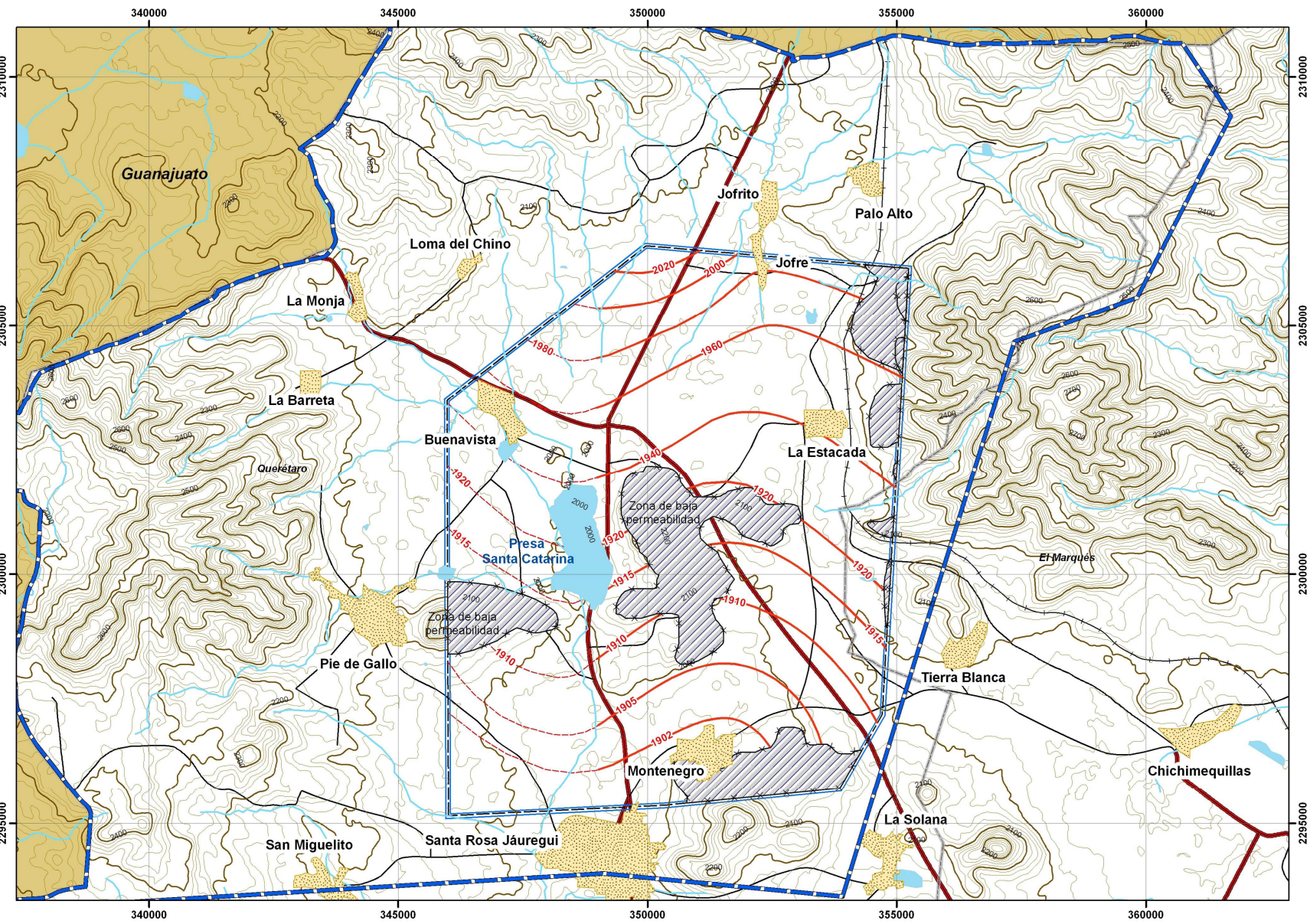


- ### Leyenda
- Aprovechamientos
  - Vialidades
  - Carreteras
  - Corriente superficial
  - Cuerpos de agua
  - Poblaciones
  - Área de balance
  - Límite administrativo acuífero
  - Curvas de nivel**
  - Primaria
  - Secundaria
  - Límites municipales

**Plano No. 3:**  
**Censo de aprovechamientos**  
 Parametros Geograficos  
 Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar







### Leyenda

- Líneas equipotenciales
- Equipotencial inferida
- Vialidades
- Carreteras
- Corriente superficial
- Cuerpos de agua
- Poblaciones
- Área de balance
- Limite administrativo acuífero

### Curvas de nivel

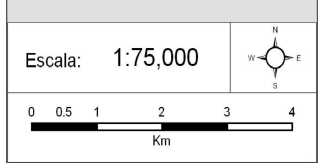
- Primaria
- Secundaria

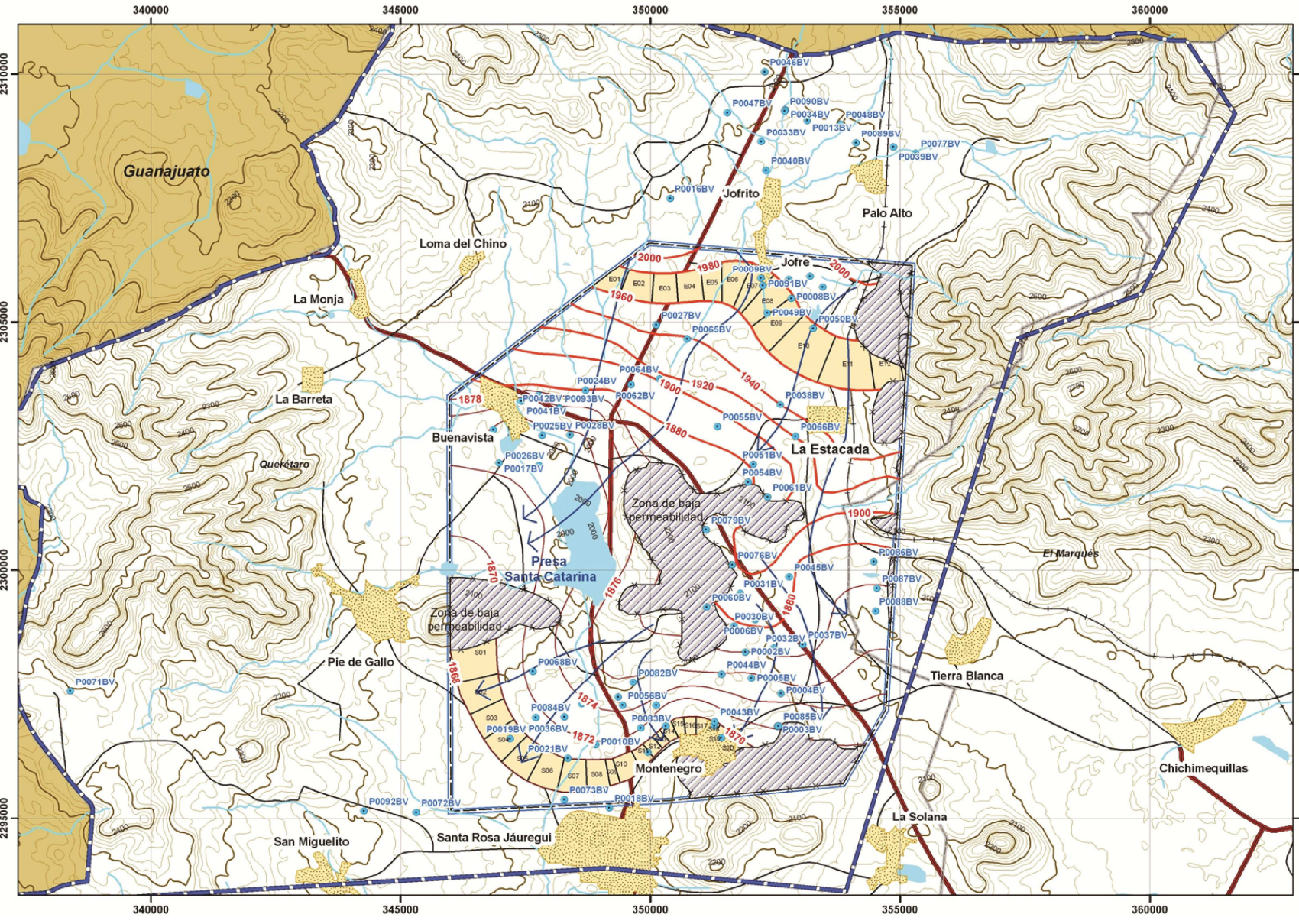
### Limites municipales

- Limites municipales

**Plano No. 4:**  
**Piezometría 1994**  
 Parámetros Geográficos

Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar



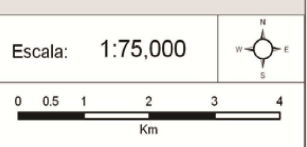


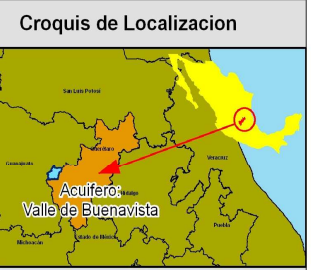
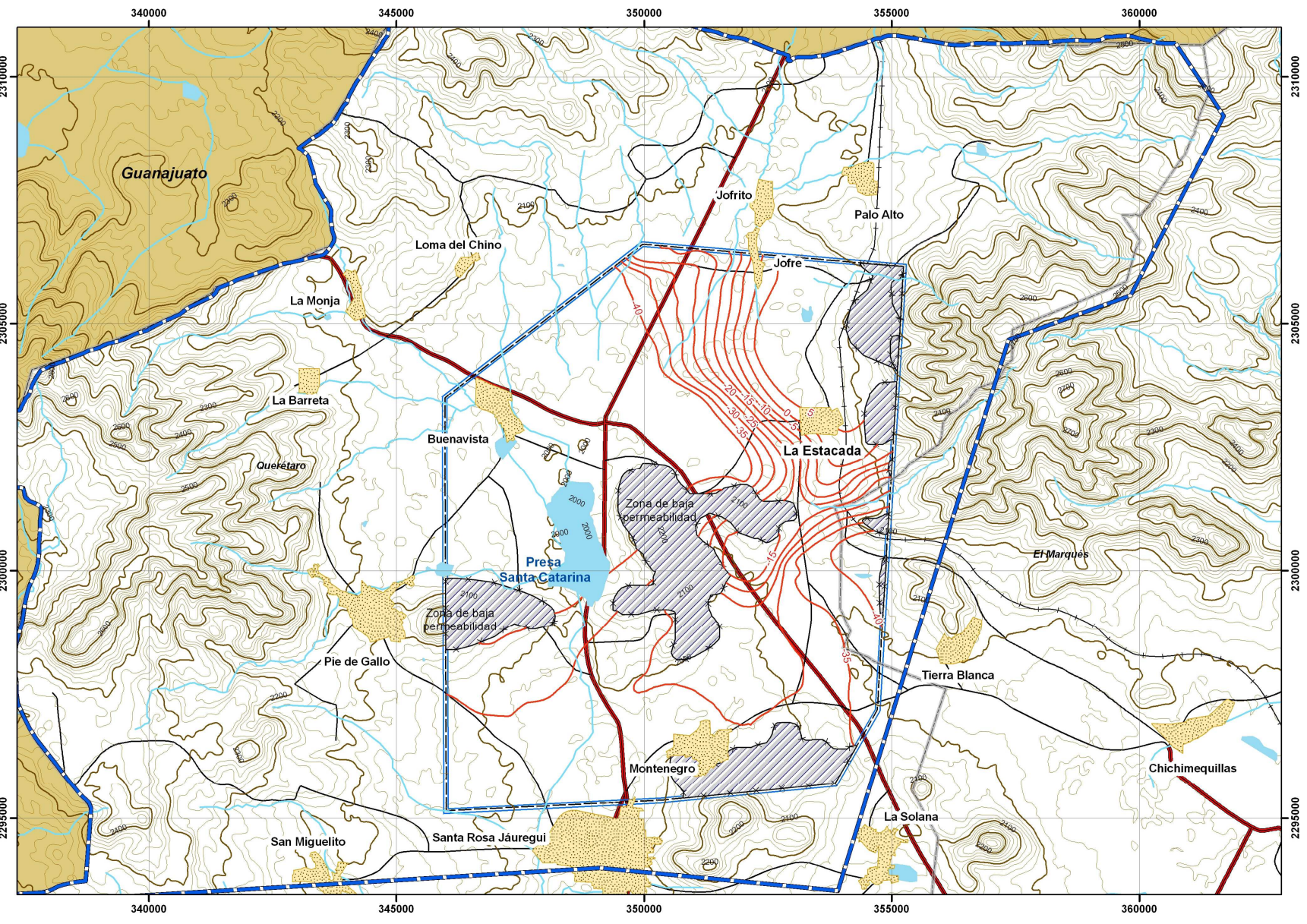
### Legenda

- Aprovechamientos
- Líneas de flujo
- Equipotenciales 2010
- A cada 20 m
- A cada 2 m
- Vialidades
- Carreteras
- Corriente superficial
- Cuerpos de agua
- Poblaciones
- Área de balance
- Límite administrativo acuífero
- Curvas de nivel
- Primaria
- Secundaria
- Límites municipales

**Plano No. 5:**  
**Piezometría 2010 y celdas para balance**  
**Parámetros Geográficos**

Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar





- ### Leyenda
- Evolución 1994 - 2010
  - Vialidades
  - Carreteras
  - Corriente superficial
  - Cuerpos de agua
  - Poblaciones
  - Área de balance
  - Límite administrativo acuífero
  - Curvas de nivel**
  - Primaria
  - Secundaria
  - Límites municipales

**Plano No. 6:**  
**Evolución piezométrica 1994-2010**

Parámetros Geográficos

Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum de referencia: ITRF92  
 Cotas referidas al nivel medio del mar

