

SIRIAME INGENIERIA S.A. DE C.V.

ESTUDIOS PROYECTOS CONSULTORÍA



ENERO 2021

ATENCIÓN A

ING. MANUEL TREVIZO

DESARROLLAN:

M.I. JOSÉ SANTOS GARCÍA

M.I. RODRIGO RUIZ SANTOS



sirameconstructor.wixsite.com/inicio

@sirame1

sirameconstructor@gmail.com

(614) 482 0292

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1. Localización.....	2
2.2. Fisiografía.....	5
2.3. Hidrología.....	6
2.4. Geología regional.....	7
2.5. Hidrogeología.....	10
2.5.1. Parámetros hidráulicos.....	10
2.5.2. Evolución piezométrica.....	11
3. ACTIVIDADES DE CAMPO.....	16
4. ACTIVIDADES DE GABINETE.....	17
5. RESULTADOS.....	23
5.1. Interpretación.....	23
5.2. Perfiles Geo eléctricos.....	24
6. CONCLUSIONES.....	1
7. ANEXOS.....	2
7.1. Hojas de campo de sondeos eléctricos verticales (SEV).....	2



Índice de figuras.

Figura 1 Croquis de localización del área de estudio y SEVs.....	2
Figura 2 Ubicación de los sondeos eléctricos.....	3
Figura 3 Acuífero 0805 Cuauhtémoc (CONAGUA, Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuauhtémoc, estado de Chihuahua, 2020).	4
Figura 4 Secciones Geológicas Esquemáticas (SGM, Carta Geológico-Minera H13-10 ,1997).	10
Figura 5 Profundidad al nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).	12
Figura 6 Elevación del nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).	13
Figura 7 Evolución del nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).....	14
Figura 8 Ejemplo de Sondeo Eléctrico.....	16
Figura 9 Arreglo de sondeo eléctrico vertical.Los dos electrodos de corriente se designan con las letras A y B y las de potencial por las letras M y N. Donde teóricamente I es la intensidad de corriente total que entra por A y sale por B, y designando a la resistividad del medio por ρ , supuesta constante. De forma tal que la diferencia de potencial que se observará entre M y N será:	17
Figura 10 Curva suavizada SEV 1.....	20
Figura 11 Curva suavizada SEV 2.....	21
Figura 12 Curva suavizada SEV 3.....	22
Figura 13 Perfiles Geoelctricos.....	24
Figura 14 Sección Geofísica.....	1

Índice de tablas

Tabla 1 Interpretación de Resultados SEV 1	23
Tabla 2 Interpretación de Resultados SEV 2	23
Tabla 3 Interpretación de Resultados SEV 3	23
Tabla 4 Hoja de Campo SEV 1.....	2
Tabla 5 Hoja de Campo SEV 2.....	3
Tabla 6 Hoja de Campo SEV 3.....	4



1. RESUMEN EJECUTIVO.

El pasado 15 de enero se realizaron los trabajos de campo de exploración geofísica en el Parque Industrial Cuauhtémoc, en el municipio de Cuauhtémoc, Chih.

El objetivo fue determinar las condiciones existentes de la profundidad estimada del nivel saturado con fines de exploración directa mediante perforación.

Resultado de dichos trabajos fue una interpretación de los sondeos de campo efectuados con abertura AB/2 de hasta 500 m, totalizando sondeos de 1,000 m de tendido superficial.

A modo de resumen, se listan los siguientes productos obtenidos del trabajo realizado.

- Se realizaron tres sondeos eléctricos verticales mediante el arreglo Schlumberger de abertura AB/2 de 500 m.
- Se obtuvieron profundidades de exploración de hasta 300 m.
- Se identificaron 3 unidades geoelectricas.
- Se recomienda perforación exploratoria en la zona del Sondeo Eléctrico Vertical 1, con una perforación de 300 a 350 mts.



2. ANTECEDENTES.

2.1. Localización.

El día 15 de enero fue solicitado el trabajo de exploración geofísica para el conocimiento detallado de las condiciones de saturación del predio denominado “Parque Industrial Cuauhtémoc”, al norte de Cd. Cuauhtémoc, municipio del mismo nombre.

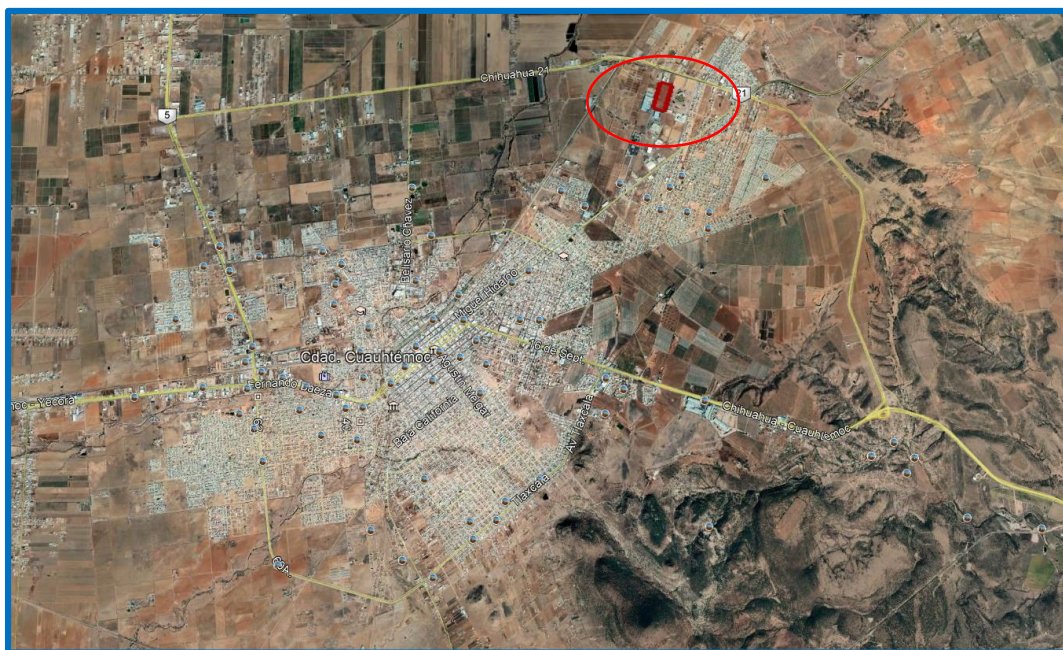


Figura 1 Croquis de localización del área de estudio y SEVs.

El acceso se realiza llegando de la carretera No. 16 Chihuahua-Cuauhtémoc para tomar la carretera No. 21 Corredor Comercial y girar al SW sobre la Av. José María Morelos hasta entroncar con la C. Río Chuviscar para llegar a la caseta de vigilancia y de ahí se toma la C. Río Conchos hacia el NE con rumbo al estadio de béisbol hasta la C. Río Temósachi.



Los sondeos realizados tuvieron la siguiente distribución, limitados por los espacios y permisos disponibles de los predios vecinos.



Figura 2 Ubicación de los sondeos eléctricos.

El predio está dentro del acuífero 0805 Cuauhtémoc, el cual se localiza en la porción centro-occidental del Estado de Chihuahua y comprende parcialmente a los municipios de Bachíniva, Cuauhtémoc, Cusihuiriachi, Guerrero y Riva Palacio del Estado de Chihuahua. El Municipio de Cuauhtémoc abarca el 75.36% del acuífero. Administrativamente, el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Río Bravo.



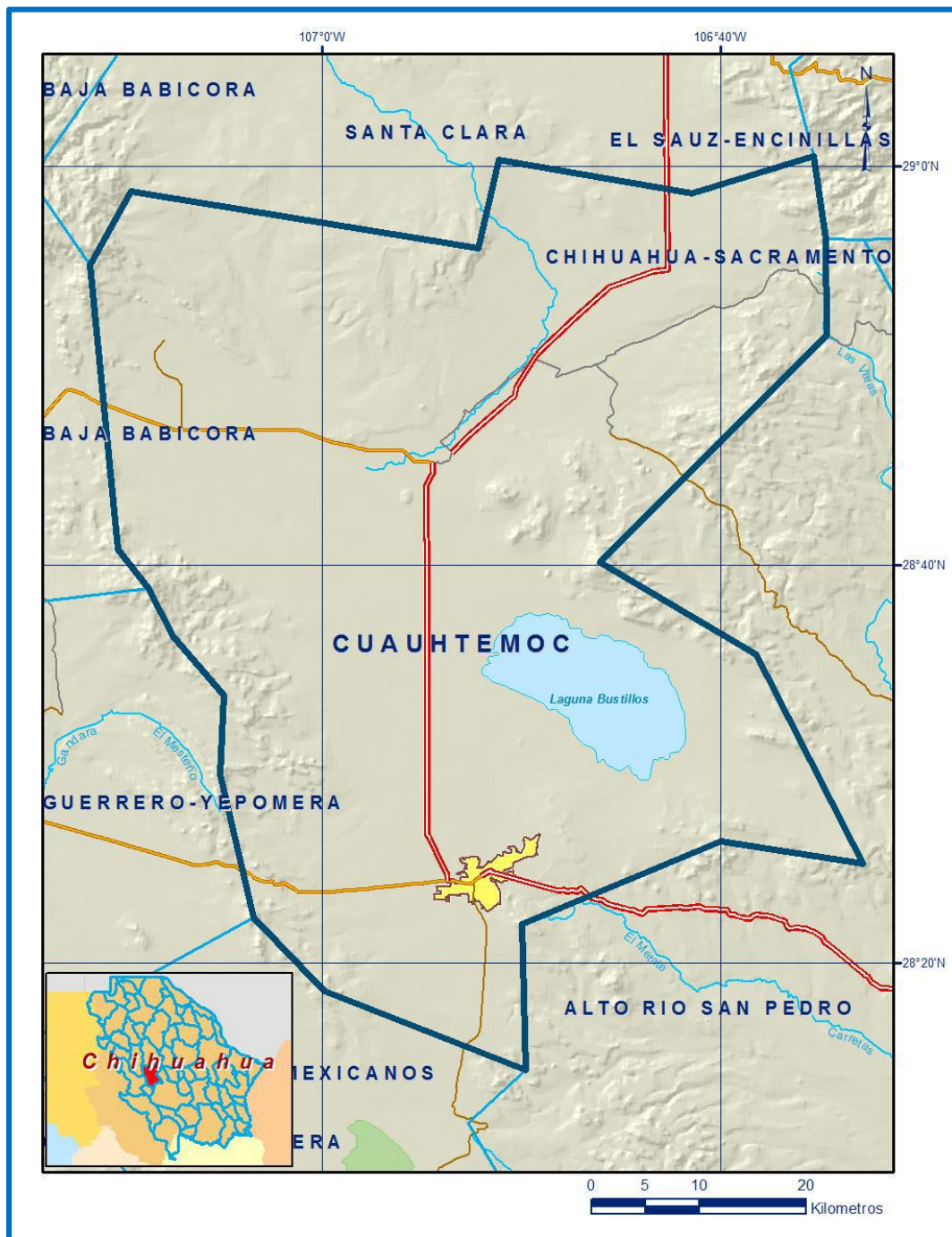


Figura 3 Acuífero 0805 Cuauhtémoc (CONAGUA, Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuauhtémoc, estado de Chihuahua, 2020).

2.2. Fisiografía.

De acuerdo con la clasificación de E. Raisz (1964), el área que comprende el acuífero se ubica la Provincias Fisiográfica Sierra Madre Occidental. Por otra parte, de acuerdo con la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1981), el acuífero se ubica en territorio de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, Subprovincia Sierras y Llanuras Tarahumaras. El extremo sur del acuífero se ubica en la Subprovincia Sierras y Llanuras de Durango. La Sierra Madre Occidental se extiende en parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. Es un gran sistema montañoso que tiene su origen en el Terciario Inferior o Medio, cuando se inició la extrusión de gigantescos volúmenes de los materiales volcánicos que lo integran, cuyos espesores oscilan entre 1500 y 1800 m; en ella predominan rocas ácidas, ricas en sílice, e intermedias.

La Subprovincia Sierras y Llanuras Tarahumaras se caracteriza por una sucesión de llanuras intermontanas, amplias y alargadas, separadas por serranías de rocas volcánicas, basculadas al noreste, y dispuestas en un típico patrón de bloques de falla escalonados; es de carácter transicional y representa el límite difuso, de cambio gradual, con la Provincia de Cuencas y Sierras. La altura media sobre el nivel del mar de las llanuras es de 2000 metros y de 2400 msnm las zonas montañosas. La Subprovincia de Sierras y Llanuras de Durango es una franja angosta y alargada que forma parte de los costados orientales de la Sierra Madre Occidental, desde Cuauhtémoc en Chihuahua hasta Sombrerete en Zacatecas. Está representada por llanuras amplias y una manifestación importante de mesetas, constituidas principalmente por riolitas e ignimbritas.



2.3. Hidrología.

El acuífero se localiza en la Región Hidrológica 34 “Cuencas Cerradas del Norte”, Subregión Hidrológica Cuencas Cerradas del Norte, cuenca Laguna Bustillos-Laguna Mexicanos. La red de drenaje de la cuenca de la Laguna Bustillos es tipo radial, concéntrica en la laguna. El principal escurrimiento que la alimenta es el Arroyo La Quemada, el cual nace en la Sierra de Chuchupate, con un rumbo general sureste hasta llegar a la laguna después de un recorrido total de 65 km aproximadamente. Este arroyo tiene como afluentes los arroyos De Agua y Santa Elena, que escurren en dirección noreste a suroeste; este último tiene dos afluentes que son los arroyos El Gato y La Guajolota.

En la región nororiental de esta cuenca cerrada existe una zona de lagunas pequeñas e intermitentes, que evidencian la existencia de una zona sensiblemente plana y con drenaje pluvial deficiente. La Laguna Bustillos recibe otras alimentaciones, como el Arroyo Bustillos, que escorre hacia el noreste, y pasa por una pequeña presa en el Ejido Bustillos; además de las aportaciones del Arroyo San Antonio que fluye de suroeste a noreste, pasando por ciudad Cuauhtémoc y llega a la laguna.

El último afluente es el Arroyo de Nopabechi, de características similares a las del San Antonio; desciende hacia el sureste hasta Nopabechi y luego continúa hacia al noreste, rumbo a la laguna, donde generalmente se pierde antes de llegar a ella. La laguna tiene una extensión 16 km², 8 km de largo por 2 km de ancho, y una profundidad media de 2.5 m, con una elevación media en su superficie de 1975.5 msnm.

Salvo algunos pequeños bordos de almacenamiento y lagunas, no existe infraestructura hidráulica para aprovechar los escurrimientos superficiales.



2.4. Geología regional.

Dentro del acuífero Cuauhtémoc, clave 0805, se infieren al menos dos eventos principales que determinan la historia geológica durante el Mesozoico y el Cenozoico: la Orogenia Laramide del Cretácico Tardío Eoceno y el Sistema de Cuencas y Sierras del Oligoceno-Mioceno.

Las unidades geológicas presentes en el área de estudio son las siguientes:

Caliza: Del Mesozoico Cretácico, es un conjunto de rocas marinas calcáreas de facie arrecifal, se correlaciona con la Formación Aurora; muestra colores gris y pardo, posee una textura micrítica y biomicrítica, los estratos varían de gruesos a masivos. Esta unidad no se aprecia representativamente dentro de la zona de estudio, sin embargo, puede encontrarse al este del acuífero.

Conglomerado: Del Cenozoico Terciario, incluye areniscas conglomeradas, depositadas en un ambiente continental, principalmente como relleno de fosas tectónicas. Se encuentran constituidos principalmente por clastos del tamaño de gravas, cantos rodados y bloques, incluidos en una matriz areno-arcillosa, cementada por carbonato de calcio, es el afloramiento con mayor presencia dentro de la zona, característico de los valles y mesetas del acuífero.

Arenisca-conglomerado: Proveniente del Cenozoico Terciario, son paquetes de areniscas conglomeradas, alternancia de litarenitas y conglomerados polimícticos depositados en ambiente continental. Su color característico es el crema con tonos ocre. Se aprecia al sur y al este del límite del acuífero.

Granodiorita: Corresponde al Cenozoico Terciario, constituida por granodiorita de textura holocristalina equigranular, de grano medio y color rosa claro con tonos grises. Presenta intemperismo esferoidal y fuerte oxidación. Esta unidad se localiza al sureste de la Laguna de Bustillos.

Granito: Del Cenozoico Terciario, granito de biotita, de textura holocristalina equigranular, de color rosa con tonos grises en muestra fresca y en superficie intemperizada muestra un color rojizo con tono ocre; se aprecia en el límite sureste del acuífero.



Andesitas basálticas: Del Cenozoico Terciario, unidad de color gris oscuro, el basalto gradúa a andesita basáltica. Presenta textura holocristalina intergranular y afanítica; se encuentra disperso en zonas con relieve elevado hacia los límites sur y oeste del acuífero.

Riolita-toba ácida: Del Cenozoico Terciario, conjunto de rocas volcánicas, incluye tobas, ignimbritas de composición riolítica, brechas y derrames de riolita. Su color varía de gris a café y rosa, en roca intemperizada el color es beige, las tobas y riolitas muestran alternancia. Unidad característica de relieves montañosos, se localiza en la periferia del acuífero.

Volcanoclástico: Del Cenozoico Terciario, secuencia de rocas volcanosedimentarias, consta de material granular (arenas gruesas) que en ocasiones varían a conglomerados, contiene fragmentos de roca, cuarzo, plagioclasas, vidrio, yeso y calcita en una matriz vítrea.

Basalto: Del Cenozoico Terciario, unidad de color gris oscuro en muestra fresca y pardo rojizo por el intemperismo. Ocurre en forma de derrames y presenta textura porfídica intergranular así como estructura vesicular. El afloramiento de esta unidad se aprecia al Norte del acuífero.

Andesita: Del Cenozoico Terciario, unidad constituida por andesitas de textura variable de afanítica a porfídica, de colores gris oscuro y café rojizo en muestra fresca y de color café ocre en roca intemperizada; contiene plagioclasas en una matriz vítrea cloritizada, además de presentar pseudoestratificación. Se aprecia dispersa en dirección al límite sur del acuífero.

Aluvión: Procedente del Cenozoico Cuaternario, consiste en un material depositado como producto de la denudación y el intemperismo de los sedimentos fragmentos de rocas preexistentes; cubren las zonas de las planicies, se puede encontrar circundando la Laguna de Bustillos.

Depósitos Eólicos: Del Cenozoico Cuaternario, depósitos de arenas medias a finas, bien clasificadas; forman dunas de pequeñas dimensiones. El material se encuentra inconsolidado y las partículas constituyentes son cuarzo, plagioclasa y líticos, se localiza al este de la Laguna de Bustillos.

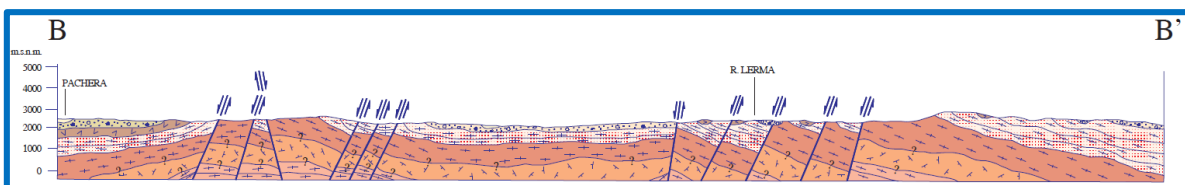
Depósitos Fluviales: Proveniente del Cenozoico Cuaternario, es material transportado por el agua y depositado a lo largo de cauces de arroyos y ríos. Contiene clastos y partículas de tamaño de gravas y arenas semiclasificadas, está disperso en donde existen cauces de arroyos.



Depósitos Lacustres: Correspondiente al Cenozoico Cuaternario, alternancias de capas delgadas estratificadas de material granular como arena media y fina, limos y arcillas medianamente cementadas por caliche. Se presenta al fondo de la Laguna de Bustillos.

Depósitos de Llanura de Inundación: Del Cenozoico Cuaternario, son depósitos producidos en zonas donde el agua de avenidas extraordinarias de las partes altas arrastra partículas finas e inunda el área alrededor del cuerpo de agua; se presenta marginalmente al límite de la Laguna de Bustillos.

De acuerdo con la información geológica, geofísica e hidrogeológica recabada en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, podemos afirmar que el acuífero se encuentra constituido por dos medios hidráulicamente conectados; en su parte superior, por un medio granular conformado por depósitos lacustres, sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados polimícticos que rellenan el valle tectónico, la porción inferior está constituida por un medio fracturado que se aloja en las rocas volcánicas de composición riolítica, entre las que predominan las tobas ácidas, riolitas, ignimbritas, así como basaltos, y rocas sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas) que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. El medio fracturado aflora en las sierras que rodean el acuífero, en tanto que el medio granular sobreyace al acuífero fracturado en las partes bajas de la valle aluvial, donde el espesor del relleno aumenta de la periferia hacia el centro del valle y es superior a 500 m. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas por lutitas



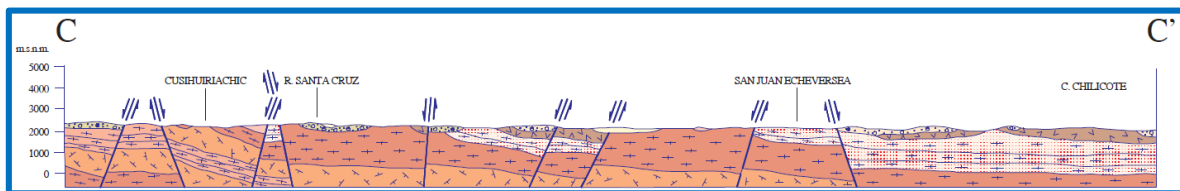


Figura 4 Secciones Geológicas Esquemáticas (SGM, Carta Geológico-Minera H13-10, 1997).

2.5. Hidrogeología.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, conformado por dos medios: uno de tipo fracturado y otro granular, con interconexión hidráulica entre ellos. La porción superior está constituida por sedimentos aluviales de granulometría variada, sedimentos arcillosos y conglomerados; en tanto que la porción inferior se aloja en rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

El espesor de la unidad superior supera los 350 m y se incrementa hacia el centro del valle. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

2.5.1. Parámetros hidráulicos.

Como parte de las actividades del estudio realizado en el 1991, se realizaron 16 pruebas de bombeo de corta duración, en etapa de abatimiento y recuperación, reinterpretadas en 1998. Adicionalmente, se cuenta con información de otras 6 pruebas también de corta duración, 3 ejecutadas en 2009 en el acuífero vecino Chihuahua–Sacramento, 3 realizadas en el acuífero Villalba en 2007, cuyos resultados se pueden extrapolar al acuífero Cuauhtémoc por correlación hidrogeológica ya que todos ellos tienen la misma constitución, origen y evolución geológica.



De los resultados de su reinterpretación por métodos analíticos convencionales, se deduce que los valores de transmisividad varían de 6.9×10^{-5} a $15.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, en tanto que la conductividad hidráulica varía de 4.6×10^{-7} a $2.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (0.04 a 1.7 m/d).

2.5.2. Evolución piezométrica.

La configuración histórica de **profundidad** al nivel estático en el año 2013 registró valores que variaban de 30 a 210 m (Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuauhtémoc, estado de Chihuahua; CONAGUA, 2020). Las menores profundidades, de 30 a 50 m, se presentan en torno de la Laguna Bustillos, y se incrementan gradualmente conforme se asciende topográficamente hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero. Los niveles más profundos, de 120 a 210 m, se registran en la porción nororiental del acuífero en la región comprendida entre la Colonia Álvaro Obregón y los Campos Menonitas 61 y 63. En la principal zona de explotación, ubicada al norte y noroeste de Ciudad Cuauhtémoc, la profundidad al nivel del agua subterránea varía de 60 a 100 m (Figura 5).

La **elevación** del nivel estático para el año 2013 presenta cargas hidráulicas que varían de 2100 a 1910 msnm, que se incrementan de la porción central del acuífero hacia los flancos que las sierras que delimitan el acuífero, conforme se asciende topográficamente, al igual que los valores de profundidad al nivel estático. La red de flujo subterráneo muestra una configuración concéntrica hacia la porción central y hacia la Laguna Bustillos. En la región central se ha formado un extenso cono de abatimiento, definido por la curva 1910, que se extiende en la principal zona de explotación agrícola, desde la región noroccidental de la Laguna Bustillos hasta los Campos Menonitas II (Figura 6).

La configuración de **evolución** del nivel estático para el periodo 2001-2013, registra abatimientos que varían de 5.0 a 40.0 m, que representan un ritmo anual que varía de 0.4 a 3.3 m, con un promedio de 1.7 m. En la zona de explotación intensiva para uso agrícola se registran abatimientos de 20 a 2 m, es decir, un ritmo anual de 1.7 a 2.1 m. Los mayores abatimientos que son del orden de los 3.3 m anuales, se registran al norte de Ciudad Cuauhtémoc y al sur de Colonia Álvaro Obregón,



formando conos de abatimiento que posiblemente son generados por la extracción de agua para abastecimiento de agua potable y para uso agrícola, respectivamente (Figura 7).

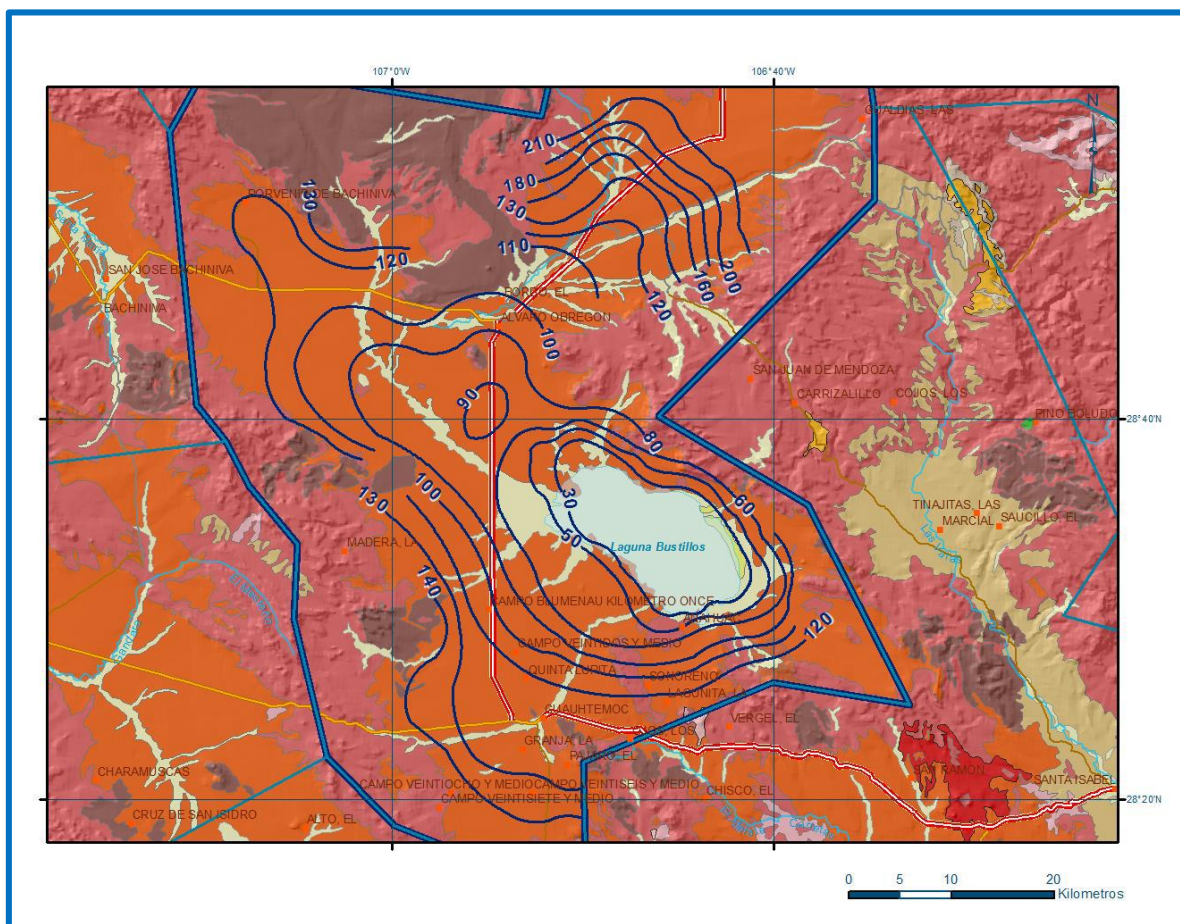


Figura 5 Profundidad al nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).



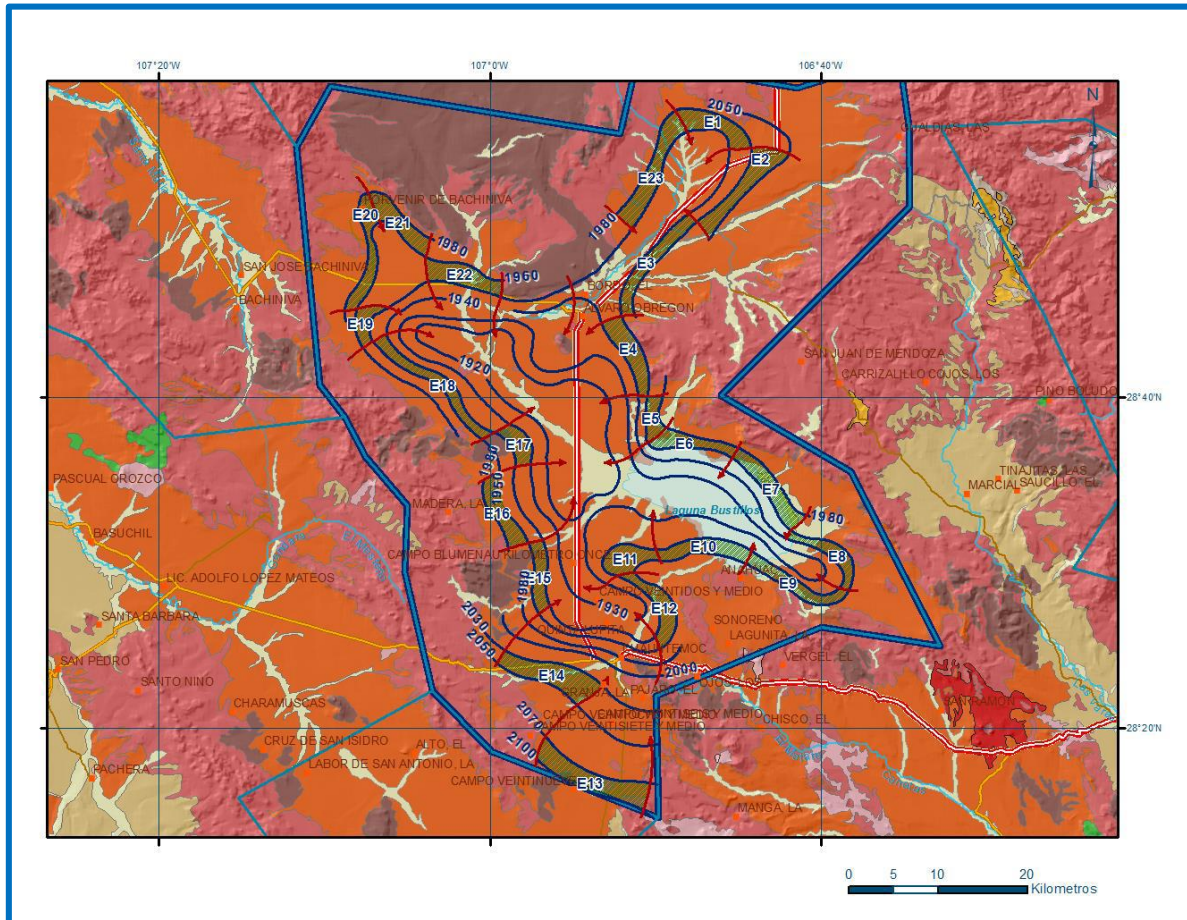


Figura 6 Elevación del nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).



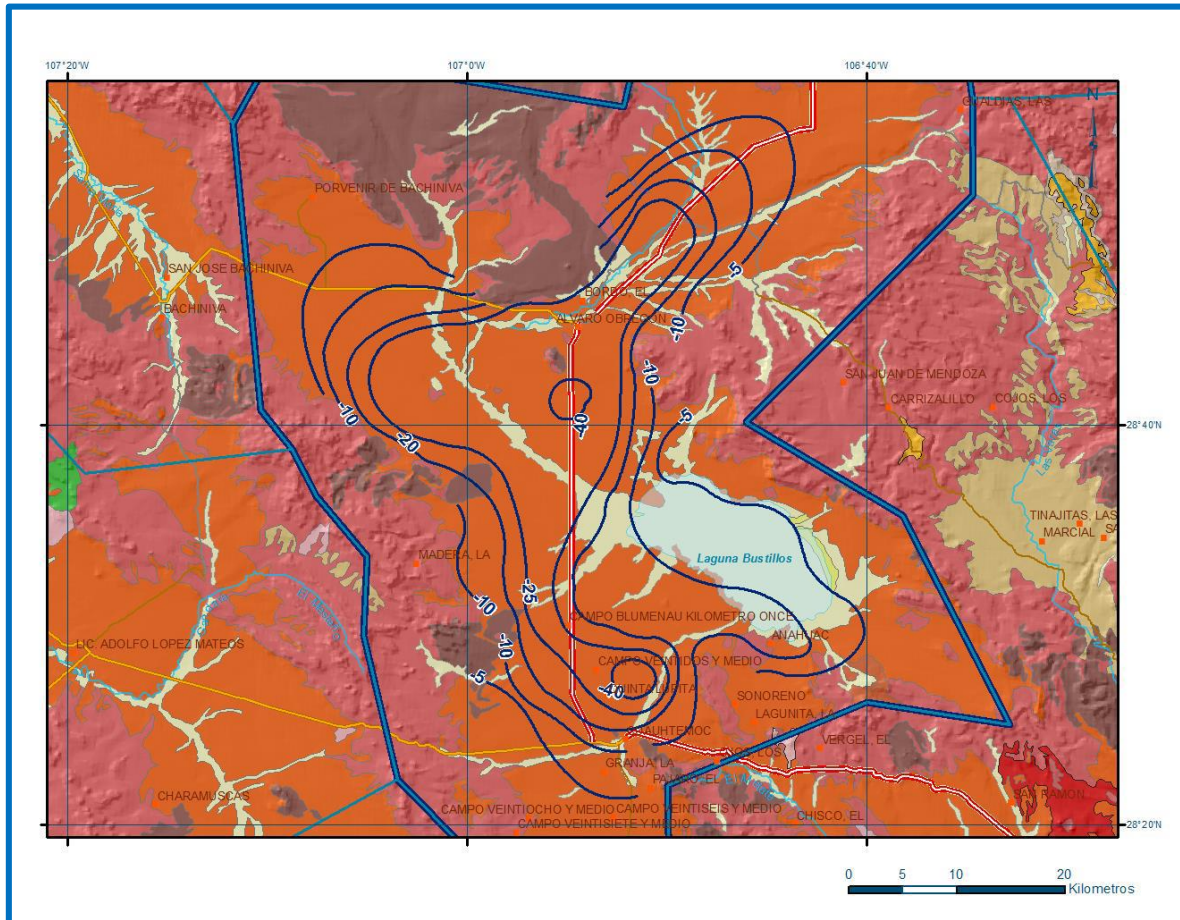


Figura 7 Evolución del nivel estático, 2013 (CONAGUA, 2020).

En el apartado de **calidad del agua**, se cuenta con la información de los realizados en el año 2009 por la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua, cuyos resultados incluyeron las determinaciones dureza total, sulfatos, sólidos totales disueltos, flúor y arsénico.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, en todos los aprovechamientos no se sobrepasa el límite de sólidos totales disueltos (STD) que es de 1000 mg/l, establecido por la modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, para el agua destinada al consumo humano, ya que su concentración varía de 156 a 792 mg/l.

De la revisión y análisis hechos a los censos de aprovechamientos realizados en estudios previos y complementados durante el estudio llevado a cabo en 2013, se registraron un total de 3,663 aprovechamientos, todos ellos pozos; de ellos 3,596 se consideran activos y 67 inactivos. De los aprovechamientos activos, 1716 (47.7%) se destinan al uso agrícola, 149 (4.1%) para uso público-urbano, 23 (0.6%) para uso industrial y 1708 (47.5%) para uso pecuario.

El volumen de extracción conjunto se ha estimado en 497.9 hm³ anuales, de los cuales 477.4 hm³ (95.9%) son para uso agrícola, 15.2 hm³ (3.0%) para abastecimiento de agua potable a las poblaciones de la región, 4.5 hm³ (0.9%) para uso industrial y 0.8 hm³ (0.2%) para el uso doméstico-pecuario.

Conforme a la metodología indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, *Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*, no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, por el contrario, su déficit es 7.647850 millones de m³ anuales que se están extrayendo del almacenamiento no renovable del acuífero.



3. ACTIVIDADES DE CAMPO.

Las actividades realizadas en el campo consistieron fundamentalmente en llevar a cabo un reconocimiento hidrogeológico de campo y en la ejecución de trabajos de geofísica de resistividad.

Las actividades de geofísica consistieron en la utilización del método de resistividades en su aplicación más apropiada para la búsqueda de agua subterránea que es el sondeo eléctrico vertical; que se basa en obtener mediciones de voltaje e intensidad de corriente para introducciones sucesivas de una energía eléctrica y determinar la variación de la resistividad del terreno a profundidad.

Esta información interpretada conjuntamente con la geología a detalle realizada en estudios previos en el área, permite conocer en forma indirecta las condiciones del subsuelo en cuanto a condiciones de agua subterránea se refiere.



Figura 8 Ejemplo de Sondeo Eléctrico



4. ACTIVIDADES DE GABINETE.

Los trabajos de prospección geofísica consistentes en la realización de una serie de mediciones desde la superficie del terreno buscan la obtención de información acerca de las propiedades físicas de los materiales del subsuelo. Esta medición da origen a una diversidad de métodos geofísicos, estando incluidos: el Eléctrico, el Sísmico, el Gravimétrico y el Magnético (Custodio y Llamas, 2001).

Los métodos eléctricos comprenden una serie de técnicas que emplean tanto fuentes naturales como artificiales, de las cuales las últimas son las de mayor aplicación. El método de resistividad pertenece al grupo de los que utilizan fuentes artificiales y al subgrupo de los conductivos, utilizando corriente continua producida por un generador o fuente de poder artificial; teniendo como aplicación más importante en la búsqueda del agua subterránea el método del Sondeo Eléctrico Vertical (S.E.V.).

El método del Sondeo eléctrico vertical utiliza cuatro electrodos que se clavan en el suelo, utilizando para el presente estudio el arreglo Schlumberger, donde un par de electrodos funcionan como electrodos de corriente y sirven para introducir al subsuelo una corriente eléctrica, mientras que el segundo par se utiliza para medir la diferencia que se establece entre ellos como resultado del paso de la corriente eléctrica (Custodio y Llamas, 2001).

El arreglo Schlumberger se representa en la figura siguiente:

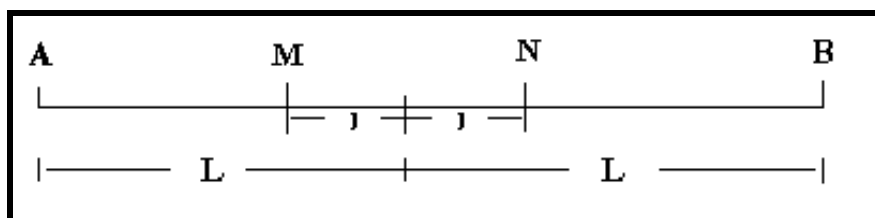


Figura 9 Arreglo de sondeo eléctrico vertical.



Los dos electrodos de corriente se designan con las letras A y B y las de potencial por las letras M y N. Donde teóricamente I es la intensidad de corriente total que entra por A y sale por B, y designando a la resistividad del medio por ρ , supuesta constante. De forma tal que la diferencia de potencial que se observará entre M y N será:

$$\Delta V = \rho I / k;$$

$$\rho = k (\Delta V) / I$$

Siendo:

$$k = 2\pi / (1/AM - 1/BM - 1/AN + 1/BN)$$

La diferencia de potencial ΔV entre un medio homogéneo y un medio inhomogéneo será diferente; aunque es posible aplicar la misma ecuación para obtener el valor de ρ , obteniendo así un valor ficticio de ρ a la que se le designa con el nombre de “resistividad aparente”, y se representa por ρ_a ; y se define como la de un medio homogéneo en el que, con la misma corriente I se observaría la misma caída de potencial ΔV que en el medio inhomogéneo.

La interpretación de los datos de campo del sondeo eléctrico vertical permite conocer las condiciones geoelectricas del subsuelo, a partir de variaciones de la resistividad aparente, estas variaciones estarán en función de las características geológicas, de porosidad, permeabilidad y saturación de las diferentes unidades que constituyen el subsuelo. Tanto la resistividad aparente como la verdadera tienen dimensiones de una resistividad multiplicada por una longitud; en este caso se utiliza Ohm – metro.

El método del Sondeo Eléctrico Vertical constituye uno de los principales métodos de campo, para la determinación de la variación a profundidad de las propiedades eléctricas del subsuelo, su interpretación finalmente permitirá definir las profundidades y resistividades de las diferentes capas que constituyen el subsuelo.

Con los valores de las resistividades aparentes que se obtienen en el campo durante la ejecución del SEV se dibuja una curva denominada “curva de campo”, la cual es interpretada con el apoyo de una colección de curvas maestras de dos o tres capas y empleando la técnica del punto auxiliar y, que; permite definir desde el punto de vista eléctrico diversas unidades en virtud de las variaciones de resistividad que presentan y su correspondiente espesor.



Así mismo se puede utilizar como apoyo un programa de cómputo como el WINSEV, que compara un modelo de la curva que se le proporciona, con modelos que el mismo programa ya contiene, ajustando el modelo a la curva de campo y asignando un porcentaje de error para el ajuste, permitiendo precisar la interpretación al lograr que el error sea menor al 10%.

Algo importante es que hay que cuidar que el error disminuya pero que la última capa guarde la profundidad a la que en realidad se detecta

La interpretación cualitativa consistió en la simple comparación entre las curvas de cada sondeo y la cuantitativa permitió la identificación de unidades geoelectricas en cada sondeo mediante la aplicación del método de Curvas Patrón con la técnica del Punto Auxiliar.

Previo a la utilización de este programa de cómputo se realizó un proceso de suavizado de las curvas de resistividad, cuyo proceso consiste en desplazar verticalmente algunos tramos de la curva de resistividad hasta lograr una curva continua, generalmente el último tramo permanece fijo ya que representa condiciones más generales del terreno en el sitio de emplazamiento de los electrodos de potencial, incluso en este proceso se eliminan algunos quiebres o desviaciones bruscas.

En otras palabras, se trata de obtener una curva lo más uniforme y suave posible, teniendo en cuenta no alterar los rasgos importantes que refleja esta información.

Las siguientes figuras y tablas corresponden a las curvas Abertura $AB/2$ (m) – Resistividad ρ (Ohm-m) de cada uno de los tres sondeos realizados, donde la línea negra se define por los datos de campo y la roja por la curva suavizada; las tablas indican diferenciaciones entre rangos de resistividad, espesores y profundidades de los mismos y el porcentaje de error entre la curva suavizada y cruda de campo señaladas previamente.



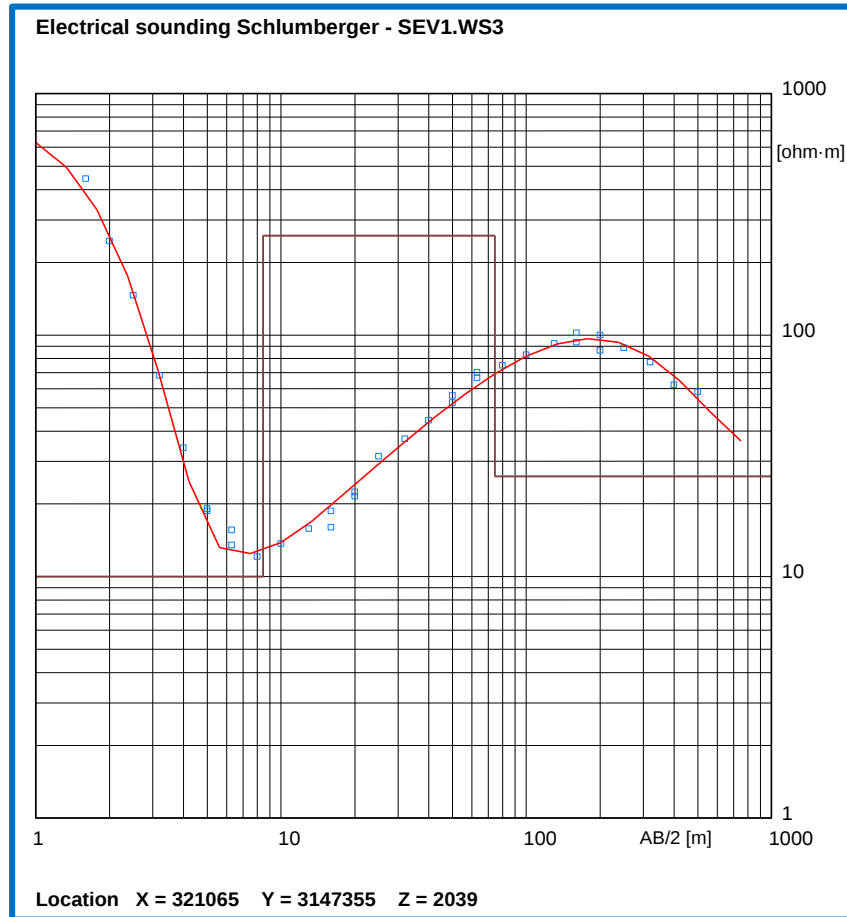


Figura 10 Curva suavizada SEV 1.



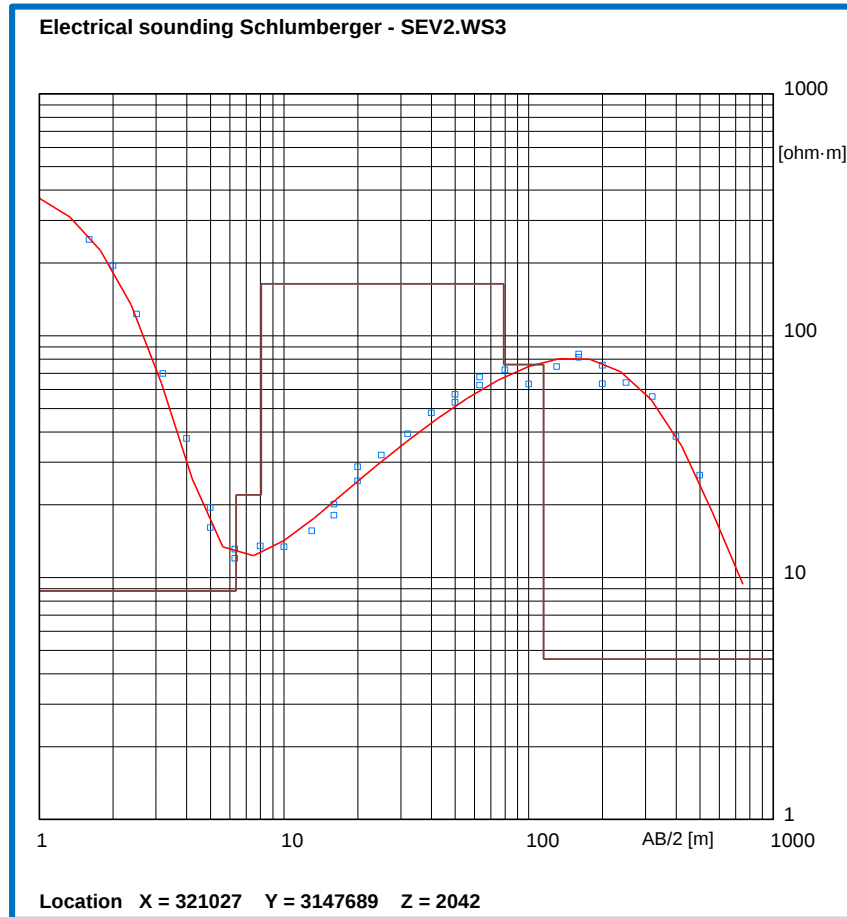


Figura 11 Curva suavizada SEV 2.



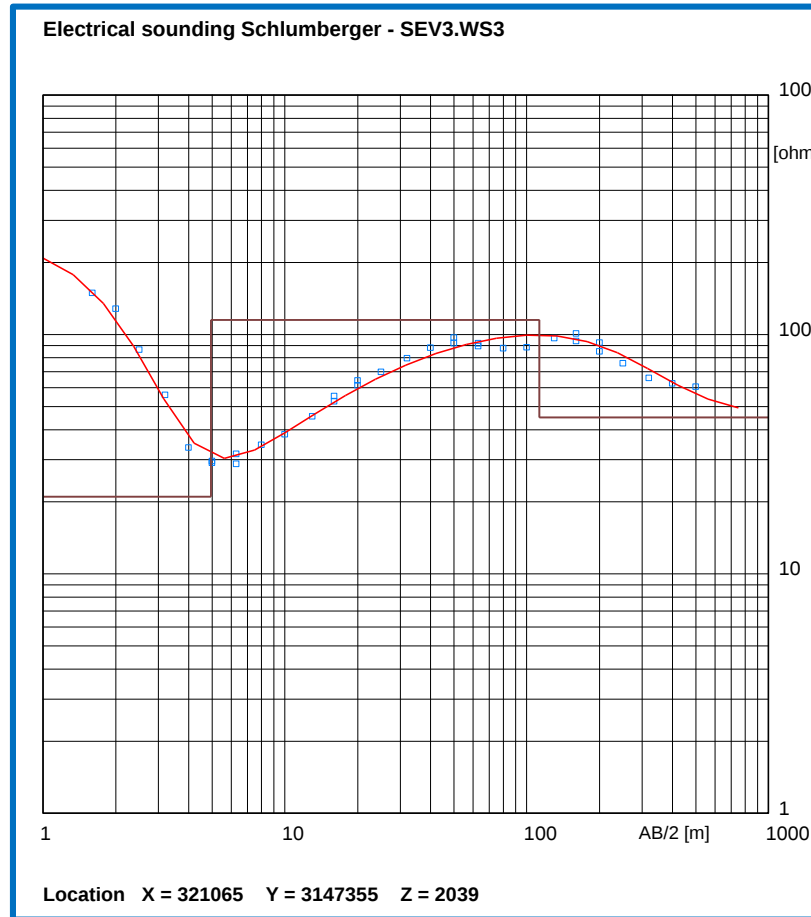


Figura 12 Curva suavizada SEV 3.



5. RESULTADOS.

5.1. Interpretación.

Una vez realizadas las actividades del punto anterior, se interpretan los resultados obtenidos de los sondeos junto a la información previa disponible para un mejor entendimiento de ésta.

SEV-1

Resistividad (ohm.m)	Espesor (m)	Profundidad (m)	Altura m.s.n.m.	Material
799	0.86		2039	Capa superficial producto del intemperismo
10	7.6	0.86	2038.1	arcillas
258	66	8.46	2030.5	gravas
26	258.84	74.46	1965	arenas finas
		333.3	1706.16	

Tabla 1 Interpretación de Resultados SEV 1

SEV-2

Resistividad (ohm.m)	Espesor (m)	Profundidad (m)	Altura m.s.n.m.	Material
442	0.97		2042	Capa superficial producto del intemperismo
8.8	5.4	0.97	2041	arcillas
22	1.7	6.37	2035.6	arenas
164	71	8.07	2033.9	gravas
76	36	79.07	1963	arenas
4.6	218.23	115.07	1927	arcillas
		333.3	1708.7	

Tabla 2 Interpretación de Resultados SEV 2

SEV-3

Resistividad (ohm.m)	Espesor (m)	Profundidad (m)	Altura m.s.n.m.	Material
246	0.95		2039	Capa superficial producto del intemperismo
21	4	0.95	2038	arenas
115	108	4.95	2034	gravas-arenosas
45	220.35	112.95	1926	arenas
		333.3	1705.65	

Tabla 3 Interpretación de Resultados SEV 3



5.2 Perfiles Geo eléctricos

Para la presente sección geofísica se observan grandes espesores de arenas hacia los sondeos 1 y 3 teniendo un lente arcilloso en la parte central, sobre el sondeo 2 el cual tiene un espesor de 218 metros aproximadamente. Las arenas en mención tienen espesores que van de los 220 metros a los 260 metros, siendo estas los materiales óptimos para el almacenamiento de agua subterránea, a este material le sobreyacen gravas y gravas arenosas que varían de 60m a 110 metros de espesor, siendo también buen material para almacenar agua subterránea, hacia la superficie se tiene lentes arcillosos y arenosos de menos tamaño, siendo estos los materiales de depósito más recientes.

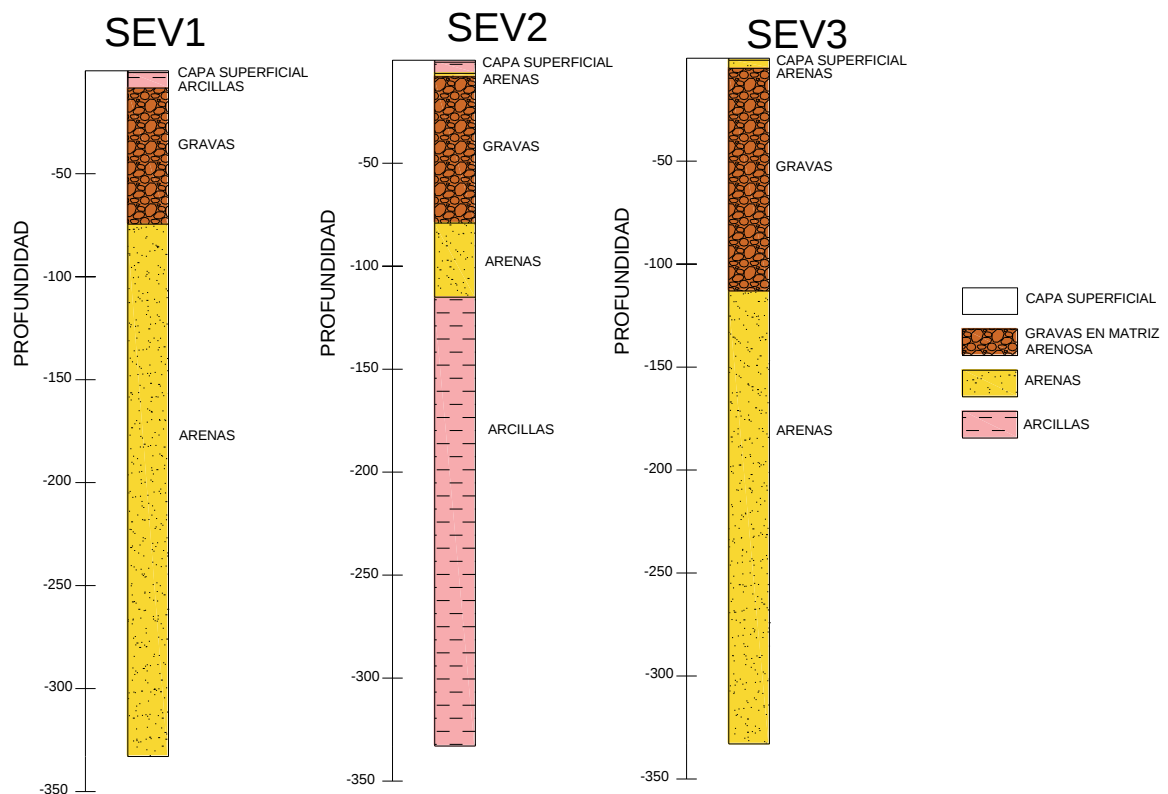


Figura 13 Perfiles Geoelctricos



Sección Geofísica

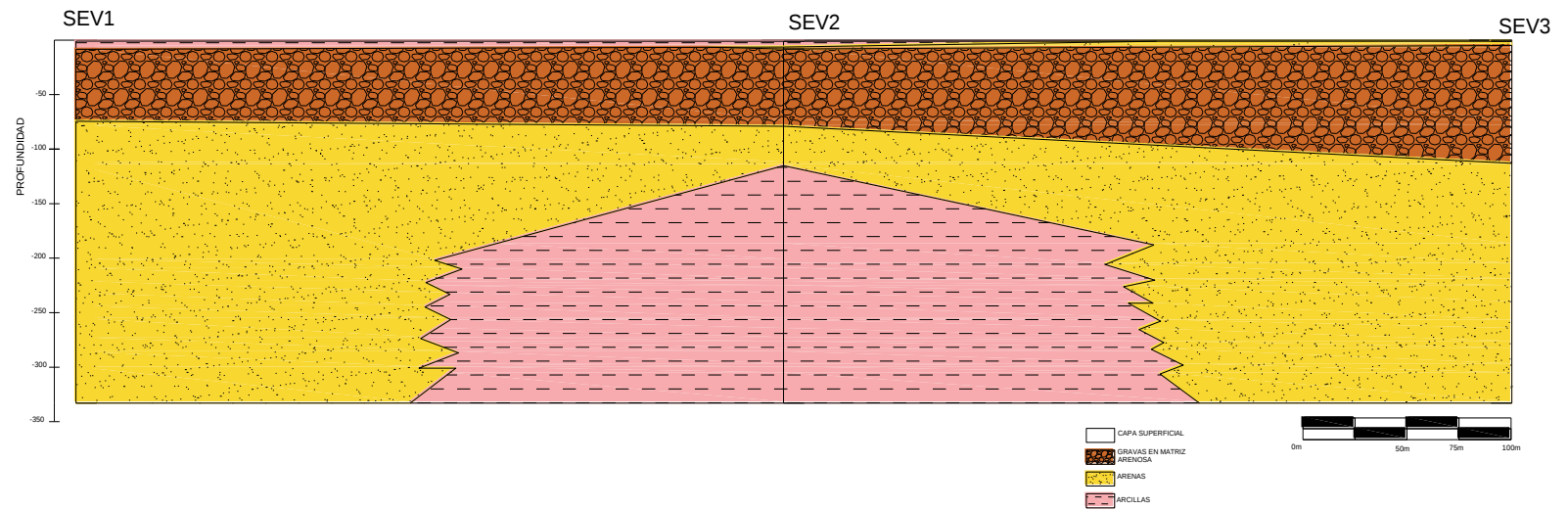


Figura 14 Sección Geofísica



1

sirameconstructor.wixsite.com/inicio

@sirame1

sirameconstructor@gmail.com

(614) 482 0292

6. CONCLUSIONES

Derivado del análisis e interpretación de la información recopilada y de la generada en las diversas actividades del presente estudio, es posible concluir que en el subsuelo del área de estudio, esto es, en el predio del Parque Industrial Cuauhtémoc, Municipio de Cuauhtémoc en el estado de Chihuahua, se dan condiciones medianamente favorables para el almacenamiento y circulación de recursos de agua subterránea que pueden ser extraídos con propósitos de abastecimiento de agua potable; en particular las condiciones más favorables por el espesor de la unidad acuífera se presentan en la zona definida por el emplazamiento del sondeo 1 y sondeo 3.

Por lo anterior, con el objeto de que se pueda contar con una fuente de abastecimiento de agua potable suficiente y de buena calidad, se recomienda la realización de una perforación exploratoria en el sitio cercano a donde se emplazó el SEV-1, hasta una profundidad de 300 a 400 m; se considera que con la construcción de un pozo con la debida tecnología se podrán tener caudales de abastecimiento, suficientes para el abasto de agua potable.

Cabe mencionar que los estudios Geofísicos son métodos indirectos de exploración la cual no está exenta de errores y por lo tanto la mejor manera recomendada para la exploración es la perforación en los sitios de interés.



7. ANEXOS.

7.1. Hojas de campo de sondeos eléctricos verticales (SEV).

AB/2	MN/2	SEV1
1.6	0.32	444.24
2	0.32	245.47
2.5	0.32	146.21
3.2	0.32	68.06
4	0.32	34.11
5	0.32	19.08
5	1	18.67
6.3	1	15.57
6.3	0.32	13.5
8	1	11.11
10	1	11.69
13	1	15.75
16	1	16.02
16	3.2	17.7
20	3.2	22.36
20	1	21.49
25	3.2	31.52
32	3.2	37.19
40	3.2	44.37
50	3.2	52.47
50	10	56.25
63	10	66.38
63	3.2	70.01
80	10	74.9
100	10	82.92
130	10	92.31
160	10	93.45
160	32	102.29
200	32	100.25
200	10	86.45
250	32	88.5
320	32	62.25
400	32	67.21
500	32	58.3

Tabla 4 Hoja de Campo SEV 1



AB/2	MN/2	SEV2
1.6	0.32	249.71
2	0.32	194.79
2.5	0.32	122.67
3.2	0.32	69.68
4	0.32	37.6
5	0.32	19.47
5	1	16.12
6.3	1	12.02
6.3	0.32	13.1
8	1	13.52
10	1	13.39
13	1	15.6
16	1	18.12
16	3.2	20.13
20	3.2	25.14
20	1	28.7
25	3.2	32.14
32	3.2	39.3
40	3.2	47.93
50	3.2	53.05
50	10	51.28
63	10	62.4
63	3.2	37.7
80	10	72.32
100	10	66.14
130	10	74.47
160	10	81.32
160	32	83.92
200	32	63.34
200	10	75.4
250	32	64.04
320	32	55.97
400	32	38.3
500	32	16.5

Tabla 5 Hoja de Campo SEV 2



Tabla 6 Hoja de Campo SEV 3

AB/2	MN/2	SEV3
1.6	0.32	149.41
2	0.32	128.16
2.5	0.32	86.42
3.2	0.32	55.92
4	0.32	33.66
5	0.32	29.62
5	1	29.12
6.3	1	28.85
6.3	0.32	31.7
8	1	34.6
10	1	38.3
13	1	45.5
16	1	52.6
16	3.2	55.3
20	3.2	61.3
20	1	64.25
25	3.2	69.8
32	3.2	79.5
40	3.2	88.02
50	3.2	97.12
50	10	92.04
63	10	91.84
63	3.2	89.4
80	10	87.61
100	10	88.42
130	10	96.47
160	10	93.79
160	32	100.57
200	32	92.36
200	10	84.9
250	32	75.77
320	32	65.85
400	32	62.4
500	32	60.5

