

**INFORME DEL ESTUDIO GEOFÍSICO-GEOHIDROLÓGICO
REALIZADO EN TERRENOS PERTENECIENTES A LA LOCALIDAD
"SAN FRANCISCO CUAYALAB", MPIO. SAN VICENTE
TANCUAYALAB, S. L. P. PARA UBICAR UN SITIO FAVORABLE
PARA LA PERFORACION DE UN POZO PARA USO DE AGUA
POTABLE.**

**REALIZADO POR:
FINDORE, S. A. DE C. V.
DICIEMBRE 2018**

I N D I C E

1. GENERALIDADES

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO
- 1.3 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.4 VIAS DE COMUNICACION
- 1.5 CLIMA Y VEGETACION

2. METODOLOGIA DE TRABAJO

- 2.1 ACTIVIDADES DE CAMPO
- 2.2 ACTIVIDADES DE GABINETE

3. GEOLOGIA

- 3.1 GEOLOGIA LOCAL
- 3.2 FISIOGRAFIA
- 3.3 GEOMORFOLOGIA
- 3.4 ESTRATIGRAFIA
- 3.5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

4. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

5. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- 5.1 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS
- 5.2 ACUIFEROS DEL AREA

6. RESULTADOS DE LA PROSPECCION GEOFISICA

- 6.1 GENERALIDADES
 - 6.1.1 TECNICAS DE CAMPO
 - 6.1.2 FUNDAMENTOS BASICOS
- 6.2 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO EMPLEADO
- 6.3 LOCALIZACION DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES
- 6.4 INTERPRETACION (METODOLOGIA)
- 6.5 CARACTERISTICAS DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES Y DESCRIPCION DE LOS PERFILES GEOFISICOS

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO 1 PLANOS

- PLANO REGIONAL DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO
- PLANO TOPOGRAFICO DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO
- PLANO DE LOCALIZACION DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S. E. V.) Y LINEAS DE SECCIONES GEOFISICAS
- IMAGEN DE LOCALIZACION DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S. E. V.) Y LINEAS DE SECCIONES GEOFISICAS
- PLANO GEOLOGICO

ANEXO 2 SECCIONES DE ISORRESISTIVIDADES Y GEOELECTRICAS

- SECCIONES DE ISORRESISTIVIDADES (4)
- SECCIONES GEOELECTRICAS (4)

ANEXO 3

- TABLAS DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (10)
- CURVAS LOGARITMICAS (10)
- CURVAS COMPUTARIZADAS (10)

ANEXO 4 FOTOGRAFIAS

ANEXO 5

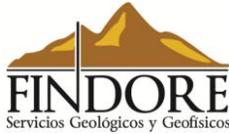
- TABLA DE CENSO DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

ANEXO 6

- DISEÑO DE POZO

ANEXO 7

- CATALOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO DE LOS TRABAJOS DE PERFORACION DE POZO



INFORME DEL ESTUDIO GEOFÍSICO-GEOHIDROLÓGICO REALIZADO EN TERRENOS PERTENECIENTES A LA LOCALIDAD "SAN FRANCISCO CUAYALAB", MPIO. SAN VICENTE TANCUAYALAB, S. L. P. PARA UBICAR UN SITIO FAVORABLE PARA LA PERFORACION DE UN POZO PARA USO DE AGUA POTABLE.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La necesidad de contar con una fuente de abastecimiento de agua potable para la Localidad, "San Francisco Cuayalab", Mpio. San Vicente Tancuayalab, S. L. P. hace posible la realización del presente estudio geofísico-geohidrológico, el cual fue solicitado por la Comisión estatal del Agua del Estado de San Luis Potosí. El trabajo fue otorgado a la empresa FINDORE S.A. de C.V. mediante el contrato número CEA-RPE-019-18-SROP-AD.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo principal, localizar un sitio para el alumbramiento de agua subterránea por medio de un pozo profundo, para solucionar las necesidades de agua potable de manera sustentable ya que los habitantes de la localidad, tienen deficiencias de su abastecimiento para el desarrollo de las actividades domésticas.

Para ello es necesario analizar conjuntamente con el estudio geofísico, los aspectos geológicos, estructurales, estratigráficos y geomorfológicos, que prevalecen en la zona de estudio y observar el grado de fracturamiento que las formaciones presentan, ya que junto con los elementos geofísicos y geológicos antes mencionados, se podrá determinar el funcionamiento del marco hidrogeológico de la zona y recomendar el o los sitios más favorables para el alumbramiento de las aguas subterráneas.

Una vez analizados los aspectos geofísicos, geológicos y las condiciones actuales de explotación, se evaluarán las áreas dentro de los terrenos que potencialmente sean más atractivas para la exploración hidrogeológica.

1.3 LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Las coordenadas geográficas aproximadas del área donde se realizó el estudio geofísico, son las siguientes:

Vértice NW

Latitud Norte: 21° 44' 43.4"

Longitud al Oeste de Greenwich: 98° 43' 52.2"

Vértice SE

Latitud Norte: 21° 40' 04.6"

Longitud al Oeste de Greenwich: 98° 34' 15.8"



LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO SAN VICENTE TANCUAYALAB, DENTRO DEL MARCO GEOGRÁFICO ESTATAL

1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Para llegar al Municipio "San Vicente Tancuayalab", partiendo de de la cabecera municipal de Tamuín, se toma, con rumbo general al sureste, la Carretera Federal No. 70, tramo Tamuín-San Vicente, la cual conduce directamente a la zona de trabajo, luego de haber recorrido aproximadamente 41 Km; los trabajos, se realizaron en una superficie

aproximada de 15 Km² , hacia la porción poniente de la cabecera municipal.

La superficie total del municipio es de 517.97 km², de acuerdo con el Sistema Integral de Información Geografica y Estadística del INEGI del año 2000 y representa un 0.84% del territorio estatal.

1.5 CLIMA Y VEGETACIÓN

CLIMA

Según la clasificación de Koppen, se determina como cálido sub húmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 26°C, una máxima absoluta de 45°C y con una mínima de 8°C. La precipitación pluvial anual es de 1,062 mm.



CARTA DE CLIMAS DEL ESTADO DE S. L. P. (INEGI)

VEGETACIÓN

Los tipos de vegetación se han definido por su fisonomía y la forma de vida de sus especies dominantes. En este influyen los factores climatológicos, edafológicos y bióticos.

La vegetación se define como selva baja caducifolia espinosa y mediana subperennifolia y pastizal. La vegetación es abundante y se cultivan diversas clases de frutos. Existen además las maderas de: chijol, cerol, ébano, palo de rosa, oregón, rosas y cempasúchil.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

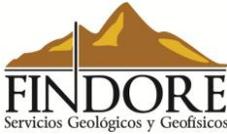
2.1 ACTIVIDADES DE CAMPO

La finalidad principal de la investigación geofísica, es el de lograr una mejor definición de las condiciones y características físicas del subsuelo, y su relación con el marco geohidrológico, ya que se pretende localizar el o los mejores sitios para realizar un alumbramiento de agua subterránea por medio de la perforación de un pozo profundo, de tal manera que se cubran las necesidades de agua potable de manera sustentable, para el desarrollo de las actividades domésticas de la localidad.

Los trabajos de la investigación geofísica se efectuaron mediante la ejecución de 10 sondeos eléctricos verticales (S. E. V.), la elección para el emplazamiento de los sitios se efectuó principalmente en función del reconocimiento geológico preliminar realizado junto con el supervisor de la CEA en terrenos aledaños a la cabecera municipal de San Vicente Tancuayalab y con el apoyo de fotografías aéreas, imágenes de satélite, planos y documentos sobre estudios previos que se han realizado en la zona.

2.2 ACTIVIDADES DE GABINETE

Con los datos obtenidos de la operación de los aparatos se construyen las "curvas de resistividad de campo", con su interpretación, se obtiene el cálculo del valor de resistividad, espesor y profundidad de cada una de las capas o tramos de materiales diferentes que componen al subsuelo hasta la profundidad de penetración del sondeo.



La información que aportan los sondeos eléctricos verticales (S. E. V.), es la definición de los datos del valor de resistividad, espesor y profundidad de las diferentes "capas" de las que se compone un punto de la superficie proyectado al subsuelo, y la relación con las características de la columna litológica, misma que es asociada de acuerdo con las observaciones directas de la geología superficial o mediante su consulta en planos o literatura que sobre el tema exista en el área.

La profundidad de investigación es variable, según sea programada la penetración de la señal eléctrica (teórica) que va de acuerdo a la posición de los electrodos en el terreno (arreglo interelectrónico), y a diferentes factores que pueden influir en el subsuelo como pueden ser entre otros: la geología, el grado de compactación de los materiales y su composición, humedad, etc.

3. GEOLOGÍA

3.1 GEOLOGIA LOCAL (PLANO ANEXO)

La zona donde se realizó, trabajo se encuentra localizada en un valle que es drenado por la corriente del Río Moctezuma, particularmente, en el área de estudio, de acuerdo con la Carta Geológico-Minera F-14-8 "CIUDAD VALLES", publicada por el Servicio Geológico Mexicano (COREMISGM), afloran únicamente dos unidades litológicas, de las cuales, la más joven corresponde a depósitos aluviales (Qal) consistentes en asociaciones de arcilla, limo, arena, grava y conglomerado que han sido depositados en las márgenes del citado Río Moctezuma cuyo cauce, a través del tiempo geológico ha tenido algunos cambios de curso, debido principalmente al estrangulamientos de sus meandros, esta condición, reflejada tanto en las cartas topográficas como en las imágenes satelitales ha provocado que la distribución y disposición de los materiales aluviales, sea diferente, caótica y expuesta a {áreas inundables, este depósito, se encuentra sobreyaciendo a la otra unidad litológica que está compuesta por los sedimentos de la "Formación Chicontepec" que consiste de alternancias de estratos de arenisca-lutita (TpaAr-Lu), depositadas durante el Terciario-Paleoceno-Eoceno); en el plano se encuentran cartografiadas además otras 2 unidades que pertenecen a las Formaciones "Guayabal" y "Tantoyuca" que están constituidas por conglomerado polimíctico (TpgCgp) y lutita-conglomerado polimíctico (TpgLuCgp), respectivamente.

3.2 FISIOGRAFÍA

De acuerdo con la Carta Fisiográfica del INEGI, toda esta zona, está enclavada dentro de la Provincia Fisiográfica denominada "Llanura Costera del Golfo Norte", dentro de la Subprovincia "Llanuras y Lomeríos".

PROVINCIA DE LA LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE

Comprende en México desde el río Bravo (en el tramo que va del área de Reynosa, Tamps., a su desembocadura) hasta la zona de Nautla, Ver., sobre las costas del Golfo. A diferencia de la Llanura Costera del Golfo Sur, integra claramente una costa en proceso de avance.

Dentro de esta región se localizan las discontinuidades fisiográficas de las sierras de San Carlos y Tamaulipas.

Los climas dominantes en el extremo norte de la provincia son secos cálidos y semicálidos. Conforme se avanza hacia el sur pasan a semicálidos subhúmedos y, progresivamente a los cálidos húmedos del sur. La vegetación sigue este patrón climatológico, con matorrales submontanos y tamaulipecos en el extremo norte, pasa a selvas medianas subcaducifolias y finalmente, en el sur, hay selva alta subperennifolia.

Dentro del estado de San Luis Potosí queda únicamente una porción de la subprovincia Llanuras y Lomeríos.

SUBPROVINCIA LLANURAS Y LOMERIOS

La subprovincia de las Llanuras y Lomeríos tiene en territorio Potosino una extensión de 7.74% de la superficie estatal. Su paisaje es monótono con dominancia de llanuras planas y onduladas. La llanura inundable del río Moctezuma la comparten San Luis Potosí y Veracruz.



CARTA FISIOGRAFICA DEL ESTADO DE S. L. P. (INEGI)

3.3 GEOMORFOLOGIA

El paisaje geomorfológico de esta zona que se encuentra a un promedio de altitud de 40 a 70 metros sobre el nivel del mar, está caracterizado por encontrarse series de lomeríos de poco desnivel y pendientes suaves, drenados por corrientes que en el área de trabajo, siguen una dirección preferencial W-E y NW-SE, hasta alcanzar el nivel del cauce del Río Moctezuma+

3.4 ESTRATIGRAFIA

La secuencia estratigráfica reconocida, pertenece a lo que paleogeográficamente se conoce como "Plataforma Valles-San Luis Potosí"; a continuación, se describen las formaciones litológicas de la secuencia estratigráfica de dicho elemento paleogeográfico.

ESTRATIGRAFIA DE LA PLATAFORMA VALLES-SAN LUIS POTOSI

Formación Huayacocotla (Jurásico-Liásico)

En general, está constituida por una secuencia de pizarras, lutitas, limolitas y areniscas, de color negro, gris oscuro, gris verdoso y rojo, algunas con metamorfismo incipiente, se exponen en capas muy variables desde laminares hasta bancos masivos de areniscas. También contiene capas de areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada y gradada, así como algunas capas de lutitas calcáreas con lentes de caliza arcillosa. En la base es común encontrar conglomerados de areniscas y lutitas cementados por material arcillo-arenoso, de color gris oscuro y gris verdoso, en capas de gruesas a medianas. También se observan diques y mantos andesíticos y tobas ácidas intercaladas. Su espesor varía de 300 a 2,000 m, (Santamaría Orozco, 1990) y en promedio es de 800 m.

Formación Guaxcamá (Aptiano-Neocomiano)

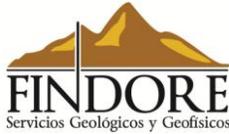
En forma generalizada se halla constituida por yesos y anhidritas, bien estratificadas, en capas de 5 a 50 cm de espesor, de aspecto sacaroide, de color claro a gris oscuro, finamente bandeadas; las bandas son de material arcilloso y la coloración se debe a la presencia de material carbonoso. Intercaladas con los yesos, esporádicamente se encuentran calizas microcristalinas y dolomitas de color gris oscuro o pardos oscuro, fétidas y fracturadas. Las zonas yesíferas de las áreas de Guaxcamá y la Vía Láctea, se hallan sumamente plegadas, los plegamientos son muy angostos y pequeños, cambiando en todas direcciones, al grado de que en distancias de unas decenas de metros, el rumbo y la inclinación cambian considerablemente; este aspecto exagera bastante el espesor real de la formación. En la localidad tipo afloran más de 500 m de rocas evaporíticas: el Pozo Guaxcamá No. 1, perforando en la misma zona, cortó 3,009 m. En la cercanía de la Mina La Vía Láctea, se hallan expuestos más de 200 m de rocas de la Formación Guaxcamá y el Pozo Agua Nueva No. 1 cortó una sección evaporítica de 1,987 m.

Formación El Abra (Albiano-Cenomaniano)

En los cortes de la carretera Huichihuayán-Xilitla, S.L.P., la Facies Pre-Arrecifal está representada por una secuencia de más de 300 m de espesor, de - una mezcla de caliza de grano fino, de color gris acero a negro, con bandas y lentes de pedernal negro, en capas medianas, que alternan con capas delgadas de margas laminadas de color gris obscuro a negro; incluidos en estas rocas se hallan bloques de calizas arrecifales, que varían en tamaño desde unos centímetros hasta más de 20 m de diámetro; dichos bloques están constituidos, principalmente, por coquinas de rudistas. Entre los sedimentos enunciados y los núcleos arrecifales se halla una franja de aproximadamente 2 km de ancho, de

clásticos de talud arrecifal dolomitizados y dolomitas másivas. La sección de Huichihuayán-Xilitla es interesante, ya que en ella existen numerosas manifestaciones de aceite y además, se pueden estudiar los efectos del flujo (corrientes de turbidez) de clásticos derivados de la zona arrecifal, dentro de las calizas de cuenca (Formación Cuesta del Cura) semiconsolidadas cuando sucedió este fenómeno.

Al poniente de la Sierra de Álvarez, la Facies Pre-Arrecifal de la Formación El Abra tiene una potencia cercana a los 189 m y está integrada por las siguientes rocas (De Csernaet *al.*, 1963): en la parte inferior de la sección (49 m), consiste de calcilutitas, calcarenitas, dolomitas, pedernal y lutitas de color rojizo y rosa, todas en capas medianas y bien estratificadas. Algunas de las capas de dolomitas emiten olor fétido al romperlas. Algunas de las unidades más gruesas muestran estructuras de deslizamiento que disminuyen y finalmente desaparecen hacia la cima de cada capa. Estas estructuras primarias fueron producidas por deslizamientos subacuáticos de los sedimentos todavía no consolidados. La parte superior (140 m) consiste de dolomitas, calcarenitas dolomíticas, en capas medianas a gruesas y está presente el pedernal en todo el intervalo. Las dolomitas son bituminosas y el pedernal es laminar. En núcleos de las unidades las capas muestran estratificación gradual y estructuras producidas por erosión y relleno; se encuentran inmediatamente debajo de las capas que contienen estratificación gradual. Todos estos rasgos indican que los sedimentos enunciados representan depósitos en aguas profundas por corrientes de turbidez. En la cima de la secuencia se observan, localmente, horizontes de brecha submarina. Al oriente de Arroyo Seco, S.L.P., los clásticos de talud arrecifal se encuentran interdigitados con calizas de la Formación Cuesta del Cura y otra zona bioclástica se halla entre esta - facies mixta y los arrecifes. En la Carretera Matehuala, S.L.P.-Dr. Arroyo, N.L., los afloramientos son de mala calidad, pero entre los núcleos arrecifales y las calizas de cuenca (Formación Cuesta del Cura) se puede observar una zona de dolomitas de grano medio de color gris acero, en capas gruesas. En el flanco SW del Arco de Miquihuana los depósitos pre-arrecifales están constituidos por una interdigitación de cuerpos clásticos, biocalcáreos (brechas y bloques) con calizas arcillosas con pedernal, de la Formación Cuesta del Cura. Carrillo Bravo (1971), cita que los pozos El Abra No.1 y Triángulo No.1 cortaron 959 y 273 m, respectivamente, de rocas pre-arrecifales constituidas por dolomitas de color café y gris oscuro, con aislados desarrollos de calcarenitas. El Pozo Clavo de Oro penetró 102 m dentro de dolomitas de la facies en cuestión y el pozo Huitzalte No.1, perforado por las antiguas compañías, a la profundidad de 1,198 m cortó 28 m de calizas cristalinas de color gris con numerosos fragmentos de rudistas y de otros organismos



recristalizados (en estas rocas hubo manifestaciones de aceite y aceite-agua salada). La zona de clastos biocalcáreos gruesos (talud) que se halla entre los sedimentos de facies mixta y los núcleos arrecifales, únicamente se identificó en algunos sitios al NE de Gómez Farías, Tamaulipas.

Formación Tamabra (Albiano-Cenomaniano)

En general está constituida por calizas criptocristalinas de color café claro a crema, en capas medianas y gruesas. Tanto en la parte superior como en su base abundan las dolomías de color gris claro y gris azulado. Presenta algunas bandas y lentes de pedernal de color gris oscuro. Además, es común encontrar bloques de calizas arrecifales dentro de la secuencia en brechas sedimentarias. Su espesor varía de 40 a 1,500 m y en promedio es de 350 m.

Formación Tamasopo (Turoniano-Senoniano)

La Formación Tamasopo representa un complejo calcáreo de tipo plataforma, depositado sobre una gran parte de la Plataforma Valles-San Luis Potosí. Esta unidad litoestratigráfica está integrada por dos facies, una arrecifal (que debe desarrollarse en la zona marginal de los depósitos de la Tamasopo) y otra post-arrecifal. La facies arrecifal de la Tamasopo, en la Sierra Madre Oriental, está constituida por una serie de biostromas y pequeños biohermas de caprinidos (*Coralliochama*), radiolítidos, gasterópodos, corales y algas, en una matriz de calcilutítica con bioclastos, arcillo-calcárea, de colores gris crema y pardo claro, de intemperismo amarillento; en capas gruesas y masivas. Las facies post-arrecifal se hallan constituido por calcarenitas y calcarenitas biógenas, con abundantes fragmentos de macrofauna, ocasionalmente arcillosas, de color gris y pardo claro, de - intemperismo amarillento, en capas de espesor medio a grueso; también se observan calcilutitas, ligeramente arcillosas, con marcas fucoiales y calizas oolíticas, de color gris claro y azulado, que intemperizan en crema amarillento y blanquecino; la estratificación es delgada a media y la fractura nodular. Alternado con estas rocas con frecuencia se observan capas delgadas a medianas de lutitas y calcáreas de color amarillo claro, gris claro y café grisáceo. En el área de Tamasopo-Tanlacú, S.L.P., el espesor de la formación en discusión varía de 60 a 160 m; en el área de San Nicolás-La Concha, S.L.P., varía de 150 a 500 m; en el área de Rioverde, S.L.P., de 60 a 100 m; en la región de Tula-Albercas-Presa de Guadalupe el espesor promedio es de 200 m. En la margen oriental del altiplano, las características litológicas de la Tamasopo son parecidas a las citadas en el párrafo anterior y en el área de El Huizache, S.L.P. (anticlinales

Estanque Blanco y La Presita); se le estimó una potencia de aproximadamente 420 m.

Formación Soyatal (Turoniano)

La Formación Soyatal está constituida por calizas arcillosas en estratos delgados de color gris oscuro que alternan con cuerpos gruesos de lutitas y limolitas calcáreas del mismo color y que intemperizan en gris amarillento; la parte basal de la formación contiene nódulos y lentes de pedernal negro.

En la Sierra de Álvarez y en la región de Arista, el espesor máximo de la unidad litoestratigráfica tiene un espesor máximo aproximado de 224 m y se adelgaza considerablemente hacia el oriente de dichas áreas. Czerna y Bello (1963), reportan que el espesor en esta región puede sobrepasar los 200 m.

En la Sierra de Álvarez y Sierra del Coro, López Doncel (2002), la subdividió en las siguientes tres unidades litológicas:

- **Unidad Inferior:** Se compone de por lo menos 50 m de calizas gris oscuro, intemperizadas a ocre, en bancos delgados a medios, que se intercalan con margas grises y lutitas café oscuro. Las capas de calizas, se encuentran laminadas, gradadas y presentan estructuras sedimentarias como ripples, estratificación cruzada, plegamiento y fallamiento sinsedimentario.
- **Unidad Media:** Compuesta por un paquete de por lo menos 8 m de espesor de bancos masivos hasta delgados de brechas calcáreas, el cual sobreyacen concordantemente la unidad inferior y subyace transicionalmente a la unidad superior. Las brechas se componen de bioclásticos de fauna arrecifal (rudistas) y extraclastos de ambientes de aguas someras de la zona arrecifal.
- **Unidad Superior:** Esta unidad se compone de margas grises, areniscas y lutitas. En la parte inferior de la unidad se reconocen algunos bancos delgados de brechas con componentes calcáreos los cuales descansan en una matriz margosa-lutítica. Característica de esta unidad es la presencia de areniscas finas-lutitas, semejando depósitos turbidíticos distales.

Formación Agua Nueva (Turoniano)

Consiste, principalmente, de calizas arcillosas finamente bandeadas; calizas de grano fino a medio, que alternan con estratos medianos a gruesos de lutitas laminares de color gris y gris oscuro a negro, de intemperismo amarillento, ligeramente rojizo. La presencia de pedernal negro, en lentes o láminas es una de sus características principales. En el flanco occidental de la Sierra del Abra y en- el área de Gómez Farías, Tamps. El espesor de la Formación Agua Nueva varía desde unos centímetros hasta cerca de 30 m, en el frente de la Sierra Madre Oriental, su potencia es de aproximadamente 50 m. En la Sierra de la Colmena es de 150 a 175 m en el área de Xilitla, S.L.P.; en la región de Dr. Arroyo, N.L., el espesor de la formación varía de 210 a 240 m.

Formación San Felipe (Senoniano)

La Formación San Felipe en forma general se halla constituida de calizas y calizas arcillosas, bien estratificadas, en capas de espesor delgado a medio, de color gris claro, gris y gris verdoso, intemperizan a un amarillo ocre; éstas calizas, al corte presentan manchas (probablemente representan huellas de algas), alternan con capas de lutitas de color gris claro a gris verdoso por la presencia de material glauconítico (?), en toda la formación son frecuentes los estratos de bentonita de color verde. La macrofauna es escasa, pero en algunos lugares se encuentran inoceramidos muy desarrollados (*Inoceramus unduloplicatus*). En el área de Gómez Farías, Tamps., las calizas son muy arenosas; en la porción oriental del Sinclinorio de Jaumave, en la base se observa una zona conglomerática. Los espesores de la San Felipe son muy variables, en el Sinclinorio de Jaumave varía desde unos centímetros a más de 50 m; en la región de Gómez Farías y en la Sierra de El Abra, su espesor varía desde unos 4 m a más de 50 m; en la región de Xilitla, varía desde unos cuantos metros a cerca de 100 m de espesor. Es interesante hacer notar que en algunos sitios del área de San Nicolás-La Concha, en la Sierra de El Sabinito y en los Valles de Maitines y Minas Viejas, la Formación San Felipe está representada por una facies de calizas másivas, bioclásticas, de color gris claro a crema, parcialmente dolomitizadas. En el Valle de Maitines, los cuerpos de Calizas son más delgados y contiene pelecípodos; este mismo fenómeno se observa en el área Tamasopo-Tanlacú, al W del Crucero Alfa (km 178 de la carretera Valles-San Luis Potosí), donde cambia a facies de plataforma (Formación Tamasopo).

Formación Cárdenas (Campaniano-Maestrichtiano)

De modo general la Formación Cárdenas se ha podido dividir en cuatro miembros litológicos, que tienen similitud con los mencionados por R. Myers en el estudio litoestratigráfico de dicha formación:

Miembro No. 1: (Inferior), con un espesor que varía de 50 m a más de 500 m de lutitas de color gris a gris verdoso y gris oscuro, de intemperismo azulado y amarillento, en capas delgadas a gruesas, que alternan con areniscas calcáreas y calcarenitas de color gris, gris verdoso, pardo claro y crema amarillento, con intemperismo pardo amarillento; alternando con estas rocas se hallan cuerpos medianos a gruesos de calizas biógenas, con frecuencia se observan delgadas capas de bentonitas blancas.

Miembro No. 2: es una sección de 200 a 350 m de limolitas y lutitas calcáreas, de color gris verdoso, en capas de espesor medio a grueso; alternan con estratos de areniscas calcáreas de color pardo grisáceo y gris, se observan algunas capas de calcarenitas y calizas con orbitoides.

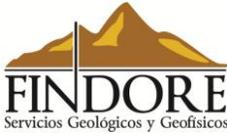
Miembro No. 3: tiene un espesor de 300 a más de 500 m, se halla integrado por areniscas calcáreas de color gris verdoso y pardo amarillento, de grano fino a medio; en capas medianas a gruesas, que alternan con estratos de lutitas calcáreas y capas gruesas, de color gris, con orbitoides, rudistas y fragmentos de moluscos no identificados.

Miembro No. 4: de 60 a más de 250 m de lutitas arenosas y limolitas de color pardo rojizo, en capas medianas a gruesas, que alternan con estratos medianos - areniscas de color gris, que intemperizan en pardo rojizo; sin fósiles. Este miembro litológico es correlacionable con la Formación Tabaco de Myers.

En la zona de Rioverde, S.L.P., se han medido más de 350 m sin observar la cima. En la Localidad Tipo (Sinclinal de Cárdenas) Myers midió 1,055 m de sedimentos que asignó a la Formación Cárdenas y más de 70 m de limolitas, areniscas y conglomera-dos rojizos que los asigna a la Formación Tabaco.

Formación Méndez (Campaniano-Maestrichtiano)

La Formación Méndez, muestra pocas variantes litológicas y en general está constituida por lutitas y calizas arcillosas (margas) de color gris y gris verdoso, en capas medianas a gruesas, que con frecuencia alternan con delgadas capas de bentonita blanca y capas de areniscas calcáreas.



El espesor de la Formación Méndez en el margen sureste de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (sur-sureste de Aquismón) varía de 500 a 1,000 m.

Formación Chicontepec (Terciario-Paleoceno)

Es una secuencia de turbiditas, depositadas en aguas profundas, incluye a capas de arenisca color gris oscuro, alternadas rítmicamente con lutitas gris oscuro que intemperizan a gris claro.

Formación Velasco (Terciario-Paleoceno-Eoceno)

Consiste de sedimentos clásticos, representados por una secuencia alternante de arenisca y margas y en ocasión es de lutitas con desarrollo de clivaje.

Formación Tantoyuca (Terciario-Eoceno)

Está constituida por areniscas y conglomerados que forman una facie "molasse" típica, expuesta en afloramientos de hasta 1,000 metros de espesor.

Formación Guayabal (Terciario-Eoceno)

Secuencia de lutitas y areniscas, sobre yacidas por un cuerpo de arenisca-conglomerado.

Relleno o acarreo Aluviales (Cuaternario-Holoceno)

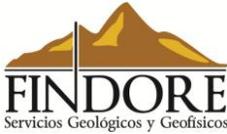
Depósitos de materiales de acarreo compuesto por arcilla, limo, arena, grava y conglomerados.

3.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona se localiza dentro de la estructura regional correspondiente a la Planicie Costera del Golfo de México, no se distinguen plegamientos importantes y los sedimentos de la Formación Chicontepec que es la que aflora principalmente en el área, siguen un rumbo preferencial NW-SE con echados de entre 10° a 20° con buzamientos al NE y SW.

4. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

La Comisión Nacional del Agua, ha dividido a la República Mexicana en distintas "Regiones Hidrológicas" pertenecientes a las Vertientes del



Pacífico, Golfo de México e Interior; esta zona en particular, está ubicada en la de la "Vertiente del Golfo" y la Región Hidrológica, es la No. 26, denominada "Pánuco", dentro de la Cuenca "D", correspondiente al Río Moctezuma. (Carta Estatal de Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica No. 26 "Pánuco"

Está dividida en dos porciones, "Alto y Bajo Pánuco". A la entidad le corresponde parte de la segunda, la cual tiene importancia dentro de territorio potosino, porque en ella se genera un buen número de escurrimientos, afluentes que en cierta forma son de gran importancia para el río Pánuco. En el estado se encuentran áreas de cuatro cuencas de esta región hidrológica:

Cuenca "D" Río Moctezuma

Su corriente más importante es la del Moctezuma. Este río nace en el estado de México, donde recibe la denominación de San Juan o Arroyo Zarco y sigue en general una dirección noreste. En la parte norte de esta cuenca, dentro de San Luis Potosí, se encuentran algunas áreas del distrito de riego No. 92 "Las Animas-Tamaulipas", que se abastecen principalmente del río Pánuco. También hay algunas porciones del distrito de riego No. 60 "Pánuco-Veracruz" en el noreste, que son irrigadas por varios afluentes del río antes mencionado.



CARTA DE REGIONES HIDROLÓGICAS DEL ESTADO DE S. L. P. (INEGI)

5. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

5.1 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

ALUVION.- Esta constituido por asociaciones de arcilla-limo-arena-grava-conglomerado dispuestos en alternancias e interdigitaciones, la relación de los parámetros permeabilidad-porosidad, se definen de acuerdo con el porcentaje del tamaño granulométrico de estos materiales en el subsuelo, de esta manera, donde se encuentran volúmenes con mayor contenido de arena y grava, dicha relación, tenderá a ser favorable, mientras que donde el porcentaje de finos (arcilla-limo) sea mayor, la relación será a la baja.

FORMACION CHICONTEPEC.- Dada la constitución eminentemente arcillosa de esta formación, puede ser considerada como material "sello", sin ninguna posibilidad de ser capaz de almacenamiento de acuíferos, sin embargo en los volúmenes con fracturamiento y alteración, debido a la permeabilidad de tipo secundario, pudieran considerarse con alguna posibilidad acuífera.

5.2 ACUIFEROS DEL AREA

En las márgenes del Río Moctezuma y áreas aledañas, donde se encuentran espesores con cierta potencialidad de materiales aluviales con granulometría favorable, se encuentran algunos desarrollos de acuíferos de tipo libre y/o semiconfinados contenidos en esos materiales; este tipo de acuíferos, son explotados por medio de alumbramientos consistentes en pozos y norias con profundidades máximas de 30 a 35 metros de los cuales se extraen gastos de hasta 11 litros por segundo por medio de bombas equipadas con motor eléctrico y tuberías de descarga de hasta 4", algunas de estas obras, sirven principalmente como fuente de abastecimiento para agua potable de la Cabecera Municipal De San Vicente Tancuayalab y se consideró como paramétrico o de calibración.

Se censaron 3 aprovechamientos de los comentados anteriormente:

TIPO	COORDENADAS UTM	PROF (m)	N. E.	Q
POZO (CALIBRACION)	X- 542561 Y- 2400759	30	11	11
POZO	X- 543624 Y- 2400615	18	10	13
NORIA (ABANDONADA)	X- 542313 y- 2400633	25	11	

ANEXO 5 CENSO DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS



**NORIA ABANDONADA, LOCALIZACIÓN UTM: 14 Q, X.- 542313, Y.- 2400633
PROF. 23 m, N. E. 11 m (ANEXO 5)**



**SITIO DEL SONDEO No. 1, POZO PARA AGUA POTABLE LOCALIZACION UTM:
14 Q, X.- 542561, Y.- 2400759, PROF. 30 m, N. E. 11 m, BOMBA ELECTRICA
SUMERGIBLE CON TUBERIA DE DESCARGA DE 3", Q. 11 LPS (SONDEO DE
CALIBRACION) (ANEXO 5)**



POZO "LA ESPERANZA" (AGUA POTABLE) LOCALIZACION: 14 Q, X.- 543624, Y.- 2400615, PROF. 18 m, N. E. 10 m, BOMBA ELECTRICA SUMERGIBLE CON TUBERIA DE DESCARGA DE 4", Q. 13 LPS (ANEXO 5)

6. RESULTADOS DE LA PROSPECCION GEOFISICA

6.1.- GENERALIDADES

6.1.1 TECNICAS DE CAMPO

Para este tipo de técnica de investigación de geofísica eléctrica (S. E. V.), se utiliza el arreglo interelectródico propuesto por la firma Schlumberger (figura) en el cual intervienen 4 electrodos que se sitúan simétricamente a través de una línea recta en la superficie, a partir de un "centro" que es el sitio que será proyectado verticalmente en el subsuelo; los electrodos de inyección de corriente son los más lejanos (A-B) y los de medida los de menor distancia (M-N), de esta manera y según la proposición del método, conforme van siendo alejados los electrodos de corriente, la señal eléctrica será cada vez más profunda; para este trabajo en particular, la separación máxima entre los de inyección de corriente, fue de 600 metros, para una penetración teórica en el subsuelo de alrededor de 200 m.

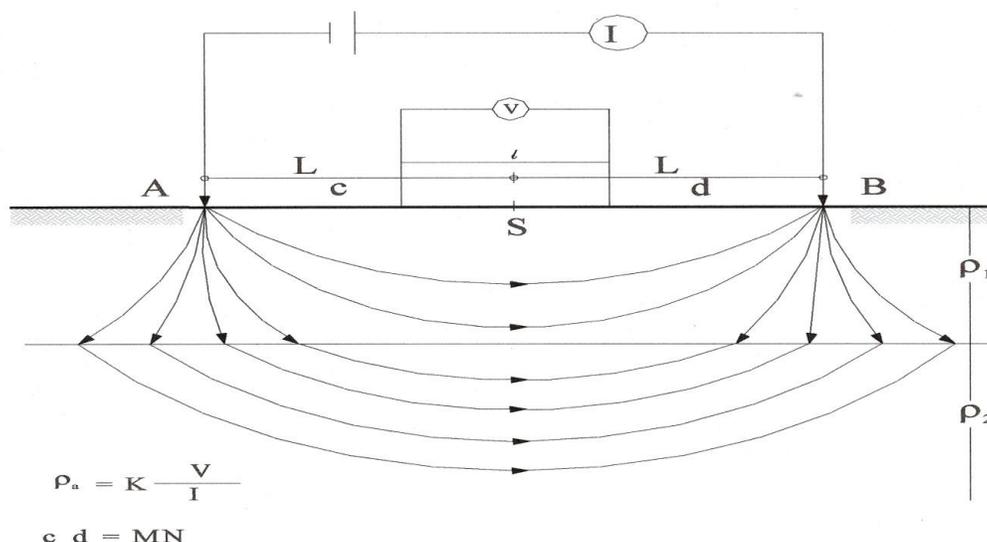
6.1.2 FUNDAMENTOS BASICOS

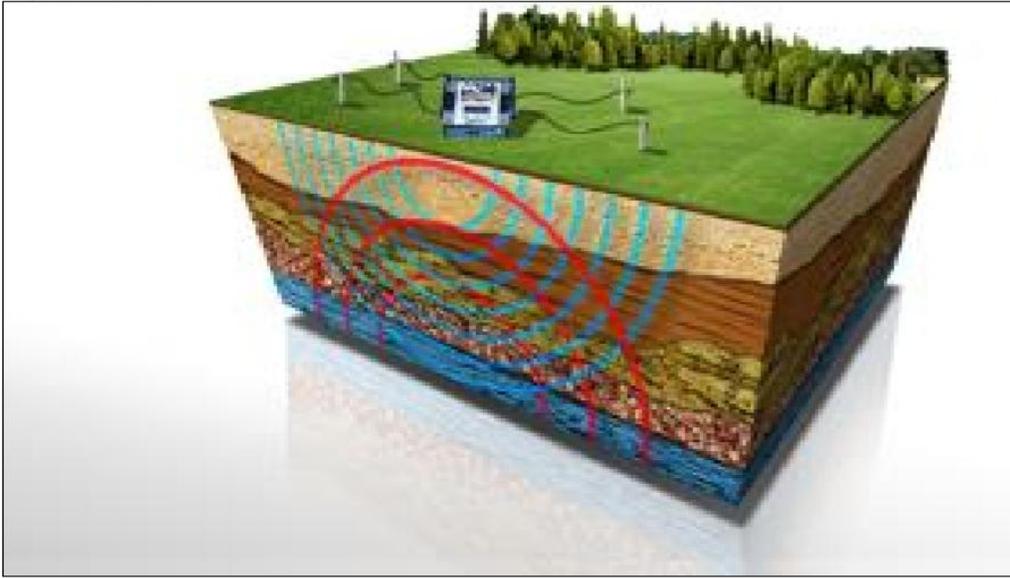
Los valores de resistividad que se registraron luego de la interpretación de las curvas de campo (anexas) muestran que hasta la profundidad de

penetración de la investigación geofísica que se correlacionó en general hasta los 200 m, su variación oscila entre los 2.1 y 288.6 Ω -m.

En los gráficos (anexos) donde se muestran las interpretaciones de las curvas de resistividad de campo, se relacionan los resultados de cada una de las "capas" detectadas en el subsuelo como son: el valor de resistividad, su espesor, profundidad, correlación litológica y las coordenadas UTM, para su posicionamiento tanto en la cartografía como directamente en el campo.

De acuerdo a los contrastes de los valores de resistividad, su relación con la geología superficial y las observaciones de campo, los valores pueden ser agrupados en una unidad geoelectro-litológica (U) de origen sedimentario constituida principalmente por lutita que se correlaciona con la Formación Méndez o Chicontepec, la cual, en algunas áreas, se encuentra cubierta por una delgada capa de suelo con abundante contenido orgánico.





DISPOSITIVO INTERELECTRODICO SCHLUMBERGER

6.2.- CARACTERISTICAS DEL EQUIPO EMPLEADO

El equipo que se utilizó, es de la marca francesa IRIS, modelo SYSCAL, diseñado especialmente para este tipo de investigaciones; consta de un trasmisor de corriente eléctrica y un receptor de la señal, integrados en un solo módulo; con él, mediante cables y electrodos hincados en el terreno, se transmiten y reciben corrientes eléctricas y potenciales; de este equipo, sin realizar ningún otro tipo de cálculos matemáticos se obtiene de manera directa y automática, además del valor de resistividad aparente en cada una de las estaciones, la cargabilidad (N) y el potencial natural (SP) del terreno; sus características, son las siguientes:



RESISTIVIMETRO IRIS MODELO SYSCAL

CORRIENTE DE SALIDA

- INTENSIDAD: HASTA 1200 mA
- VOLTAJE: HASTA 400 V (800 V DE PUNTA A PUNTA)
- POTENCIA: HASTA 100 W
- CICLO DE TIEMPO SELECCIONABLE DE 0.5, 1 O 2 SEGUNDOS; ADEMÁS ES PROGRAMABLE DESDE LOS 0.25 HASTA LOS 10 SEGUNDOS
- PRECISIÓN EN LA MEDICIÓN DELA CORRIENTE +/- 0.5% TÍPICAMENTE

VOLTAJE DE ENTRADA

- PROCESO DE MEDICIÓN:
- CALIBRACIÓN Y ORDENACIÓN AUTOMÁTICA
- IMPEDANCIA DE ENTRADA: 10 MΩ
- PROTECCIÓN DE SOBRECARGA: HASTA 1000V, RANGO DE -5V/+5V.
- FILTROS DE RECHAZO PARA 50HZ Y 60HZ
- PRECISIÓN EN LA MEDICIÓN DEL VOLTAJE +/- 0.5% TÍPICAMENTE
- REDUCCIÓN DE RUIDO: APILACIÓN CONTINUA SELECCIONABLE DESDE 1 HASTA 255 PILAS.
- COMPENSACIÓN DE SP ATRAVÉS DE LA CORRECCIÓN DELA LÍNEA DE TENDENCIA.
- PRECISIÓN DE LA RESISTIVIDAD: +/- 0.5% TÍPICAMENTE
- POLARIZACIÓN INDUCIDA: MEDICIÓN SOBRE 4 VENTANAS PREDEFINIDAS
- PRECISIÓN DE POLARIZACIÓN: 1% DEL VALOR MEDIDO PARA VOLTAJES INDUCIDOS MAYORES A 10 Mv

• ESPECIFICACIONES GENERALES

- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -20°C HASTA +70°C
- TAMAÑO DE LA MEMORIA: 860 LECTURAS CON 20 PRAMETROS CADA UNA ES DECIR: 17,200 PARAMETROS // 2,500 LECTURAS CON VARIOS ELECTRODOS CON 11 PARAMETROS CADA UNA ES DECIR: 30,800 PARAMETROS
- DIMENSIONES: 31X21X21 CM
- PESO: 7KG
- ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA:
- BATERÍA RECARGABLE INTERNA DE 12V A 7Ah
- BATERÍA EXTERNA DE AUTO DE 12V
- AUTONOMÍA CON BATERÍA INTERNA: 6,000 LECTURAS A 20 mA Y UN ELECTRODO DE RESISTENCIA DE 10 MΩ CON UN TIEMPO DE INYECCIÓN DE 10 SEGUNDOS POR CADA LECTURA

6.3.- LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES

Los trabajos de la investigación geofísica se efectuaron mediante la ejecución de 10 sondeos eléctricos verticales (S. E. V.); la elección para el emplazamiento de los sitios se efectuó principalmente en función del reconocimiento geológico preliminar realizado en terrenos cercanos a

San Vicente Tancuayalab, tratando de localizarlos en concordancia con la posibilidad geohidrológica favorable.

Los sitios donde se realizaron los sondeos, quedaron debidamente marcados en el campo por medio de estacas de madera, además de que el C. Arcadio Salvador Reyes, Regidor en el H. Ayuntamiento y personal del Departamento de Agua Potable, representados por los C. José Roberto Morales Vicencio, Gerardo Vicencio Martínez y Miguel Portilla Pacheco, estuvieron presentes durante su ejecución y fueron testigos de los lugares donde se realizaron las exploraciones geofísicas; las coordenadas UTM que se obtuvieron por medio del sistema de posicionamiento global "GPS" referidas al DATUM WGS84, sirvieron para su exacta ubicación en la imagen de satélite y en la Carta Topográfica clave F-14-D-22 "TEMPOAL DE SANCHEZ", Esc. 1: 50,000, del INEGI, de donde se realizaron el plano e imagen de localización de los sondeos eléctricos verticales (S. E. V.) y secciones geofísicas, mismos que pueden ser consultados, anexos al final del informe; en la siguiente tabla, se relacionan dichas coordenadas.

SEV	COORDENADA X	COORDENADA Y
1 (POZO)	542561	2400759
2	543840	2397319
3	543385	2397962
4	543772	2401271
5	543013	2398812
6	541878	2402854
7	542021	2402641
8	539942	2404737
9	539574	2404750
10	538853	2404780

6.4.- INTERPRETACION (METODOLOGIA)

La primera fase de la interpretación de un sondeo eléctrico vertical (S. E. V.), consiste en individualizar las diferentes capas resistivas y conductoras que lo componen y calcular la resistencia transversal de las primeras y la conductancia longitudinal de las segundas.

La segunda fase, es la obtención de los espesores de las capas a partir de su conductancia o resistencia: esto permite la identificación geológica de las capas y el conocimiento de la resistividad a escala regional.

La identificación geológica de las capas resulta tanto más fácil cuanto menor es su número y más débil su buzamiento. Cuando la estratigrafía es más compleja y los buzamientos mayores, dicha identificación se ve facilitada por la disposición de los sondeos eléctricos en perfiles, lo que resalta la evolución de las curvas y facilita seguir las de referencia.

La columna de resistividades puede establecerse con la ayuda de sondeos eléctricos sobre afloramientos, de testificaciones eléctricas o lo que es preferible, de sondeos eléctricos paramétricos o de calibración al lado de perforaciones u otro tipo de obras donde sea conocido su "corte litológico"; para este estudio, el sondeo No. 1, se realizó junto a uno de los pozos que sirven como fuente de abastecimiento para agua potable ubicado hacia la porción sur de dicha localidad, el cual, tiene una profundidad de 30 m, la profundidad del nivel estático es de 11 m, el gasto es de 11 litros por segundo y está equipado con una bomba eléctrica sumergible con tubería de descarga de 3", desconociéndose otros datos (foto).



**SITIO DEL SONDEO No. 1, POZO PARA AGUA POTABLE LOCALIZACION UTM:
14 Q, X.- 542561, Y.- 2400759, PROF. 30 m, N. E. 11 m, BOMBA ELECTRICA
SUMERGIBLE CON TUBERIA DE DESCARGA DE 3", Q. 11 LPS (SONDEO DE
CALIBRACION)**

Con los datos obtenidos de la operación de los aparatos se obtienen los valores de las resistividades aparentes y después se construyen las "curvas de resistividad de campo", con su interpretación, se obtiene el cálculo de las resistividades reales, el espesor y la profundidad de cada una de las capas o tramos de materiales diferentes que componen al

subsuelo hasta la profundidad de penetración del sondeo; dicha interpretación se realizó conforme al método de superposición de curvas propuesto por Orellana - Money, o punto auxiliar los resultados se cotejaron con el software IXD que para este tipo de trabajos existe (curvas anexas); las unidades en que se expresan los valores de resistividad de acuerdo a la aplicación de la ley de Ohm, es en ohm-m (Ω -m) (se anexan al informe, la interpretación de las curvas de resistividad).

La geología superficial junto con los valores de resistividad obtenidos para cada tramo, son los que dan una idea de la correlación de los materiales litológicos presentes en el subsuelo.

6.5 CARACTERISTICAS DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES Y DESCRIPCION DE LOS PERFILES GEOFISICOS

Con los datos de la interpretación de las curvas de resistividad de campo, se construyeron 4 secciones (perfiles) del subsuelo en 2 versiones: de isorresistividades que muestran la interpolación de los valores por medio de "curvas de igual valor de resistividad" y el de la unidad "geoelectrica" donde se interpreta la distribución y correlación lateral de los materiales litológicos en el subsuelo, de acuerdo con los valores de resistividad; en la siguiente tabla, se relacionan los datos de las secciones en lo referente a su longitud, orientación, vista y sondeos involucrados (dibujos anexos).

SECCION No.	LONGITUD (m)	ORIENTACION GENERAL	VISTA	SONDEOS No.
1	1674	NW - SE	NE	5 - 3 - 2
2	1310	SW - NE	NW	1 - 4
3	247	NW - SE	NE	6 - 7
4	1112	NW - SE	NE	10 - 9 - 8

Del análisis conjunto de los valores de resistividad de cada una de las curvas de los sondeos eléctricos verticales (S. E. V.), de los perfiles de isorresistividades y geoelectricos y de las relaciones con la geología superficial, se permitió definir que hasta la profundidad de penetración del estudio, que se correlacionó hasta los 200 (perfiles No. 1, 3 y 4) y 300 (perfil No. 2) metros, existen en el subsuelo del área donde se realizó el estudio geofísico, 4 unidades geoelectricas principales asociadas a materiales granulares (Cenozoico-Cuaternario) y a rocas de tipo sedimentario del Cenozoico-Terciario (Cretácico)

Los valores de resistividad que se registraron en el subsuelo de los sitios de los sondeos, varían entre los 2.1 y 288.6 Ω -m, y los rangos de las 4 unidades geoelectricas que conforme a sus contrastes entre la secuencia y correlación de los intervalos entre ellos, se agruparon de la siguiente manera (interpretaciones de las curvas de resistividad, perfiles de isorresistividades y geoelectricos, anexos):

Unidad Geoelectrica 1 (U1)- Con valores de entre 2.5 y 34.2 Ω -m; se relaciona a materiales de tipo granular (aluvión), constituidos por interdigitaciones y alternancias de arcilla-limo-arena-grava-conglomerado; a excepción de los sondeos No 2, 8, 9 y 10, se registra en el resto de los sitios de los sondeos, a manera de primera capa con un espesor promedio de 28 metros; lo que respecta a los parámetros de permeabilidad y porosidad, se considera que sean de medianos a bajos.

Unidad Geoelectrica 2 (U2)- Esta unidad, se definió con los valores de entre 52.6 y 288.6 Ω -m, de acuerdo con la estratigrafía de la zona, y su tendencia a registrar valores altos, se relaciona con el conglomerado polimictico de la "Formación Guayabal" y/o con la asociación de lutita-conglomerado de la "Formación Tantoyuca"; se registra en los sondeos No. 2, 3, 5, 6 y 7, a manera de primera (S. E. V. 2) y segunda capa con un promedio de espesor de 83 metros; en general la unidad se considera como de permeabilidad-porosidad de media a baja.

Unidad Geoelectrica 3 (U3)- Los valores de resistividad, son de entre 2.1 y 26.3 Ω -m, se asocia con los sedimentos constituidos por arenisca-lutita de la "Formación Chicontepec" en condiciones de alteración y con alto contenido arcilloso, se registra en todos los sitios de los sondeos como primera, segunda y tercera capa y se considera con condiciones de medianas a bajas de permeabilidad-porosidad.

Unidad Geoelectrica 4 (U4)- se registra en e los sitios de los sondeos No. 1, 8, 9 y 10 con un valor resistividad de 32.5, relacionándose también con los sedimentos de la "Formación Chicontepec", compacta y sana; la condición de permeabilidad-porosidad, se considera como baja.

En el siguiente cuadro, se resumen las particularidades de cada una de las unidades geoelectricas, relacionándose el rango de los valores de resistividad, característica litológica, color que las identifica en los perfiles geoelectricos y de isorresistividades, así como la estimación de los parámetros de la asociación de la permeabilidad-porosidad.

UNIDAD GEOELECTRICA	RESISTIVIDAD (Ω-m)	LITOLOGIA	PERMEABILIDAD
U1	2.5 - 34.2	Arcilla-limo-arena-grava-conglomerado	Media - baja
U2	52.6 - 288.6	Formación Guayabal y/o Dormación Tantoyuca	Media-baja
U3	2.1 - 26.3	Formación Chicontepec alterada	Media - baja
U4	15.4 - 44	Formación Chicontepec compacta y sana	Baja

A continuación, se relacionan las profundidades, valores de resistividad y correlación litológica de cada una de las "capas" (tramos) de los 4 sondeos eléctricos verticales (S. E. V.) registradas en el subsuelo, así como las coordenadas UTM de cada sitio.

S. E. V. 1 Coordenadas UTM: X: 542561 Y: 2400759 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 3.4	3.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	3.4 - 11.4	4.4	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
3	11.4 - 19.1	6.9	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
4	19.1 - 31	13.2	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
5	31 - 81	11.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
6	81 - 161.1	8.5	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
7	161.1 - 245.1	6.5	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
8	245.1 →	32.5	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec, compacta y Sana. (U4)

S. E. V. 2 Coordenadas UTM: X: 543840 Y: 2397319 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLÓGICA
1	0 - 3.4	156.4	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
2	3.4 - 69.8	288.6	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
3	69.8 - 123	137.8	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
4	123 →	13.8	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)

S. E. V. 3 Coordenadas UTM: X: 543385 Y: 2397962 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLÓGICA
1	0 - 2.6	38	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	2.6 - 89.6	128.4	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
3	89.6 - 120	139.6	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
4	120 →	14	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)

S. E. V. 4 Coordenadas UTM: X: 543772 Y: 2401271 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 1	18	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	1 - 1.5	23.8	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
3	1.5 - 14	4.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
4	14 - 26	7.6	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
5	26 - 43	9	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
6	43 - 70.8	8.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
7	70.8 - 114.8	6.1	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
8	114.8 →	3.1	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec, compacta y Sana. (U4) ?

S. E. V. 5 Coordenadas UTM: X: 543013 Y: 2398812 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 1	7.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	1 - 5.8	26.8	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
3	5.8 - 18.8	67.6	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
4	18.8 - 123	105.4	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
5	123 →	12.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)

S. E. V. 6 Coordenadas UTM: X: 541878 Y: 2402854 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 1	1.6	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	1 - 2	5.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
3	2 - 17	14.8	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
4	17 - 32	34.2	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
5	32 - 149	52.6	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
6	149 →	26.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)

S. E. V. 7 Coordenadas UTM: X: 542021 Y: 2402641 (ANEXO 3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 3	2.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
2	3 - 6.2	4.6	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
3	6.2 - 12.5	10.5	Material aluvial (Arcilla - Limo - Arena - Grava - Conglomerado) (U1)
4	12.5 - 130	65.2	Conglomerado Polimíctico (Formación Guayabal) y/o Lutita - Conglomerado (Formación Tantoyuca) (U2)
5	130 →	9.8	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLOGICA
1	0 - 3.4	3.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
2	3.4 - 14.5	3.9	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
3	14.5 - 19.5	3.5	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
4	19.5 - 51	5.7	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
5	51 - 76	8.6	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
6	76 - 176.0	4.4	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
7	176 →	15.4	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec, compacta y Sana. (U4)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLÓGICA
1	0 - 1	5	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
2	1 - 3.6	3.2	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
3	3.6 - 6.1	2.1	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
4	6.1 - 24	5.4	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
5	24 - 66	7.4	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
6	66 - 94.0	6.8	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
7	94 - 136.0	5.3	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
8	136 - 156.0	4.4	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
9	156 →	22	Lutita - Arenisca (Formación Chicontepec, compacta y Sana. (U4)

CAPA	PROFUNDIDAD m	RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION LITOLÓGICA
1	0 - 1	10.8	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
2	1 - 8.8	2.8	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
3	8.8 - 12.2	3.6	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
4	12.2 - 65	4.8	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
5	65 - 75	5.6	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
6	75 - 125.2	4.4	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec) alterada y con alto contenido arcilloso. (U3)
7	125.2 →	44	Lutita – Arenisca (Formación Chicontepec, compacta y Sana. (U4)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los términos del Contrato número CEA-RPE-019-18-SROP-AD, se llevó a cabo la realización de un estudio Geofísico-Geohidrológico, con la finalidad de localizar un sitio para abastecer de agua potable que satisfaga las necesidades de la población de la localidad de San Francisco Cuayalab, perteneciente al Municipio San Vicente Tancuayalab, S. L. P.

La citada localidad, desde el punto de vista hidrogeológico, se considera como una zona difícil para el alumbramiento de agua subterránea ya que en sus alrededores, se encuentran en el subsuelo materiales sumamente arcillosos constituidos asociaciones de areniscas y lutitas de la Formación Chicontepec, prueba de ello es que en tiempos recientes, en sus cercanías, se perforaron 2 pozos con resultados poco satisfactorios, por ese motivo, se consideró factible realizar el estudio geofísico en terrenos aledaños a la cabecera municipal de San Vicente Tancuayalab donde las condiciones geohidrológicas son más favorables, en las porciones correspondientes a la ribera del Río Moctezuma; en esta zona, se han perforado con éxito pozos y norias de profundidades

promedio de 30 metros, algunos de los cuales, se utilizan como fuente de abastecimiento para agua potable.

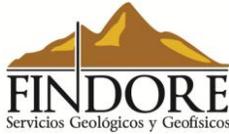
Se efectuaron diez (10), sondeos eléctricos verticales (S. E. V.) en sitios que se consideraron estratégicos para la determinación del funcionamiento del subsuelo y su concordancia con el agua subterránea, para poder encontrar una correlación mediante la interpretación de la resistividad a profundidad con las diferentes capas del subsuelo o tipos de roca y las posibles zonas que sean favorables para el agua subterránea.

De acuerdo al análisis de la literatura existente, de la información geológica, geohidrológica, geofísica, de la zona de estudio y apoyados con planos, fotos, imágenes de satélite, las observaciones directas en campo y a los datos obtenidos por medio de los resultados del estudio geofísico, se puede concluir lo siguiente:

En la zona existe un acuífero de tipo libre y semiconfinado contenido en los materiales de relleno aluvial, depositados en las márgenes del Río Moctezuma en esta área, se han perforado con cierto éxito algunos alumbramientos de entre 18 y 35 metros con gastos de hasta 13 litros por segundo que son utilizados principalmente para uso potable y abrevadero.

Como mejor opción para realizar una perforación exploratoria, se recomienda el sitio donde se realizó el SEV 2, a una profundidad de 125 metros, ya que los valores de resistividad de los primeros tramos que son correlacionables con los del sondeo de calibración aunado a los valores favorables de cargabilidad a profundidad en lo considerado como conglomerado, sugieren que las condiciones de permeabilidad, son atractivas, además, la cercanía con la margen izquierda del Río Moctezuma, también favorecen a esta propuesta; como segunda opción, se recomienda el sitio del sondeo 4, hasta una profundidad de 30 metros.

Para la exploración del pozo, se recomienda utilizar un equipo de perforación tipo percusión en un diámetro de 12", en toda su profundidad con el objetivo de verificar de una forma directa la presencia de agua subterránea durante el proceso y si es factible realizar una prueba de bombeo y en caso de ser positiva llevar a cabo el suministro e instalación de tubo de ademe, engravado y aforo de pozo.



Durante los trabajos de la perforación exploratoria deberán recolectarse muestras de canal cada 2 metros para determinar el corte litológico correspondiente, luego de terminada la exploración, se realizará la toma del registro eléctrico de parámetros múltiples para definir las zonas factibles de aportación de agua en el subsuelo, analizando esta información definir el diseño final de terminación del pozo en caso de ser factible.

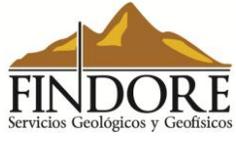
Al término del mismo y siendo positivo realizar una prueba de bombeo o su aforo correspondiente para medición del nivel estático, nivel dinámico, gasto y tiempo de recuperación del acuífero, así como el análisis físico-químico del agua y definir la capacidad del equipo de bombeo de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Las Coordenadas UTM de los sitios recomendados, son las siguientes:

SEV	COORDENADA X	COORDENADA Y
2	543840	2397319
4	543772	2401271

A T E N T A M E N T E

Ing. Carlos Cham Domínguez
Findore, S.A. de C.V.



ANEXOS