

UNIVERSIDAD DE SONORA
División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología

**CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE
LA FORMACIÓN BÁUCARIT EN LAS
LOCALIDADES DE ARIZPE, BACANUCHI Y
TAHUICHOPA, SONORA, MÉXICO**

TESIS

**Para obtener el Título de:
Maestro en Ciencias-Geología**

Departamento de Geología



UNISON

PRESENTA:

David Arturo Sandoval Preciado

Hermosillo, Sonora, Enero de 2018

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haber financiado este trabajo mediante una beca con número 711866, durante el período de agosto 2015-julio 2017.

A mi director y co-director Dr. Francisco Javier Grijalva Noriega y M.C. José Ismael Minjárez Sosa por sus consejos, por compartir sus conocimientos y por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A mis compañeras M.C. Alba Lucina Martínez Haros y Geól. Ana Sofía García Yeomans por su ayuda, consejos y correcciones aportados a este trabajo de tesis.

A mis padres Rita Preciado García y Raúl Sandoval Madrid por haberme dado educación, un hogar donde crecer, equivocarme, desarrollarme, aprender y donde adquirí los valores que hoy definen mi vida.

A mi primo Geól. Gabriel Enrique Ibarra Preciado por su apoyo en el trabajo de campo.

A mi novia M.C. Diana Aglael Zayas Ayón por apoyo, por motivarme y por estar siempre a mi lado.

Resumen

En el Estado de Sonora, como en la mayoría de las entidades federativas del norte del país, prevalecen en la mayor parte de su territorio condiciones ecológicas de clima árido y semiárido e irregular disponibilidad temporal y espacial de las aguas superficiales, este es un aspecto de capital importancia para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos y obliga a buscarla en el subsuelo sobre en todo en las regiones de mayor escasez.

Esta problemática se agravó en los pueblos del Río Sonora debido al derrame de sulfato de cobre acidulado ocurrido en agosto 2014, que hizo que la fuente tradicional del agua potable: los pozos situados sobre el Río Sonora, se haya convertido en inusable, debiéndose buscar nuevos pozos, en esta ocasión, ubicados en zonas de afloramiento de la Formación Báucarit. El objetivo es caracterizar el comportamiento de la Formación Báucarit en cuanto a su ocurrencia estratigráfica, su petrología y textura, el contexto estructural y fracturamiento, sus características hidrológicas, también se tiene como objetivo proponer guías para la exploración de pozos en la Formación Báucarit.

Se recopilaron aprovechamientos de aguas subterráneas que explotan la Formación Báucarit, se hizo un análisis de la petrografía, geología estructural y contexto tectónico regional, se hizo un análisis de la información geofísica y de los parámetros hidráulicos, todos esto para hacer una caracterización hidroestratigráfica, hidrogeofísica e hidrogeológica de la Formación Báucarit.

Palabras clave: Formación Báucarit, Sonora, hidrogeología, geofísica, agua subterránea.

Abstract

In Sonora State, as in most of the states in the north of Mexico, in the majority of its territory, arid and semi-arid climate conditions prevail, and there is an irregularity in the temporal and spatial availability of superficial water. This is an important aspect for the use of water resources and makes us search on subsoil.

This problem worsened in the towns of the Sonora River due to the spill of acidified copper sulphate occurred in August 2014, which made the traditional source of drinking water: the wells located on the Sonora River, unusable, having to look for new wells, on this occasion, located in outcrop areas of the Báucarit Formation. The objective is to characterize the behavior of the Báucarit Formation in terms of its stratigraphic occurrence, its petrology and texture, the structural context and fracturing, its hydrological characteristics, and also aims to propose guidelines for the exploration of wells in the Báucarit Formation.

Underground water exploitation data from the Báucait Formation were taken, a petrographic analysis was made, structural geology, and tectonic context, a geophysical analysis and hydraulic parameters, to make a hydrostratigraphic, hydrophysics and hydroeologic characterization of the Báucarit Formation

Keywords: Báucarit Formation, Sonora, hydrogeology, geophysic, underground water.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. GENERALIDADES.....	2
2.1. Localización y vías de acceso.....	2
2.2. Objetivos.....	4
2.2.1. Objetivo general	4
2.2.2. Objetivos particulares	4
2.3. Metodología.....	4
2.2. Climatología.....	5
2.2.1. Precipitación.....	5
2.2.2. Temperatura.....	8
2.2.3. Evapotranspiración.....	9
3. MARCO GEOLÓGICO	10
3.1. Tectónica regional	10
3.2. Estratigrafía local	12
4. FORMACIÓN BÁUCARIT	19
4.1. Antecedentes.....	19
4.2. Descripción petrológica y petrográfica.....	20
4.2.1. Zona Arizpe-Tahuichopa	20
4.2.2. Zona Bacanuchi	25
4.3. Litofacies y ambiente de depósito	29
5. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA	35
5.1. Sondeos eléctricos transitorios	35
5.1.1. Equipo utilizado	36
5.1.2. Metodología de trabajo.....	38
5.1.3. Procesamiento de datos.....	38
5.1.4. Resultados	38

5.2. Tomografía eléctrica resistiva (TER).....	45
5.2.1. Equipo utilizado	46
5.2.2. Metodología de trabajo.....	47
5.2.3. Inversión de datos obtenidos.....	47
5.2.4. Resultados	48
6. PARÁMETROS HIDRÁULICOS	57
6.1. Pozo Bacanuchi 1 Bis.....	58
6.2. Pozo Arizpe	61
6.3. Pozo Tahuichopa	67
7. CONCLUSIONES.....	72
8. REFERENCIAS	74

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Mapa de localización y vías de acceso.....	3
Plano 2. Climatología	6
Plano 3. Geología	18
Plano 4. Localización de los TEM tomados en el primer sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa.....	39
Plano 5. Localización de los TEM tomados en el segundo sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa.....	41
Plano 6. Localización de los TEM tomados en los 3 sitios de la zona Bacanuchi.	43
Plano 7. Localización de la TER tomada en el sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa.	48
Plano 8. Localización de la TER tomada en el sitio La Cieneguita de la zona Bacanuchi	51
Plano 9. Localización de la TER tomada en el sitio Panteón de la zona Bacanuchi	53
Plano 10. Localización de la TER tomada en el sitio Pueblo de la zona Bacanuchi	55

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Afloramientos de la secuencia conglomerático-arenosa de la Fm. Báucarit. a) Capa de arenisca de grano grueso a conglomerática entre capas de un conglomerado de guijas. b) capa gruesa de un conglomerado de guijarros a guijas.....	21
Imagen 2. Afloramientos de la secuencia basáltica intercalada con los conglomerados y areniscas de la Formación Báucarit.....	22
Imagen 3. Muestra de mano de una arenisca de grano grueso a conglomerática (AZ01) de la porción arenosa de la Formación Báucarit en la zona Arizpe-Tahuichopa.	23
Imagen 4. Muestra de mano de conglomerado arenoso (AZ02) de la porción conglomerática de la Formación Báucarit en la zona Arizpe-Tahuichopa	23
Imagen 5. Petrografía de la muestra AZ01. a, c y e luz natural; b, d y f nícoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la mala clasificación de la arenisca, así como los granos y gránulos de fragmentos de roca volcánica. El clasto central en a y b tiene un eje mayor de 3.5 mm. Tomada con el aumento de 4X.....	24
Imagen 6. Petrografía de la muestra AZ02. a, c y e luz natural; b, d y f nícoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la mala clasificación de la arenisca, así como los granos y gránulos de fragmentos de roca volcánica. El clasto principal en c y d tiene un eje mayor de 4.1 mm. Tomada con el aumento de 4X.....	25
Imagen 7. a) Paraconglomerado de guijas con matriz arenosa gruesa y estratificación media a gruesa en la base de los afloramientos en los alrededores del poblado de Bacanuchi. B) capas delgadas a medias de un paraconglomerado de gránulos a guijarros en la porción media.	26
Imagen 8. Afloramiento fracturado de la porción inferior de la Fm. Báucarit en la zona de Bacanuchi.....	27
Imagen 9. Afloramiento de una secuencia areno-limolítica de la Formación Báucarit en las inmediaciones del poblado de Bacanuchi, cubierta discordantemente por gravas más recientes.....	27
Imagen 10. Afloramiento de areniscas y limolitas moderadamente consolidadas del miembro Mariposa de la Fm. Nogales en las inmediaciones de la ciudad del mismo nombre en Arizona. Nótese la similitud que se tiene con la porción superior de la Fm. Báucarit en la zona de Bacanuchi. Fotografía tomada por Francisco Grijalva.	28
Imagen 11. Muestras de mano de areniscas de la porción superior de la Formación Báucarit en la zona Bacanuchi. A) BH01 y b) BH02.....	29

Imagen 12. Petrografía de la muestra BA01. a, c y e luz natural; b, d y f nicoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la clasificación moderada de la arenisca, así como los fragmentos de roca volcánica. El grano principal en e y f tiene un eje mayor de 2 mm. Tomada con el aumento de 4X	30
Imagen 13. Fotografía compuesta del afloramiento de la Formación Báucarit donde se llevó a cabo la determinación del esquema de litofacies y su análisis. Viendo al NW.	31
Imagen 14. Secciones verticales utilizadas para identificar las diferentes litofacies presentes en el afloramiento.....	32
Imagen 15. Fotografía compuesta del afloramiento de la Formación Báucarit estudiado, donde se muestra la asociación de facies obtenida	33
Imagen 16. Zonge Modelo GGT-3.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Precipitación media anual por estación climatológica	7
Gráfica 2. Temperatura media anual por estación climatológica	8
Gráfica 3. Evapotranspiración media anual (mm) por estación climatológica	10
Gráfica 4. Curva de aforo Bacanuchi 1 Bis.....	59
Gráfica 5. Resultado prueba de bombeo pozo Bacanuchi 1Bis, Acuífero Test 2016.1 ..	59
Gráfica 6. Tiempo de recuperación posterior al aforo Pozo Bacanuchi 1 Bis.....	60
Gráfica 7. Curva de aforo Arizpe	65
Gráfica 8. Resultados de prueba de bombeo pozo Arizpe, Acuífero Test 2016.1	65
Gráfica 9. Niveles de recuperación pozo Arizpe	66
Gráfica 10. Curva de Aforo Pozo Tahuichopa (M	70
Gráfica 11. Tiempo de recuperación posterior al afloramiento	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones climatológicas consideradas en el análisis	5
Tabla 2. Precipitación media anual.....	7
Tabla 3. Temperatura media anual.....	8
Tabla 4. Evapotranspiración real media anual.....	10
Tabla 5. Pruebas de aforo pozo Bacanuchi 1 Bis.....	58
Tabla 6. Recuperación de Pozo Bacanuchi 1 Bis.....	60
Tabla 7. Pruebas de bombeo pozo Bacanuchi 1Bis	61
Tabla 8. Características pozo Arizpe.....	62

Tabla 9. Aforo pozo Arizpe	62
Tabla 10. Recuperación Pozo Arizpe	66
Tabla 11. Pruebas de Bombeo Pozo Tahuichopa	67
Tabla 12. Recuperación de Pozo Tahuichopa	70
Tabla 13. Caracterización de la Formación Báucarit	73

1. INTRODUCCIÓN

Tras el derrame de sulfato de cobre acidulado de los repesos de lixiviados de la empresa Buenavista de Cobre el pasado 6 de agosto de 2014 que afectó a las poblaciones rivereñas del Río Bacanuchi y Río Sonora, se diseñó una estrategia por parte de la Comisión Presidencial para atender la contingencia. Como parte de ella, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) restringió la operación de 31 pozos de agua potable de siete municipios ubicados sobre las márgenes de los ríos antes mencionados.

La población en los siete municipios afectados por la contaminación de los ríos Bacanuchi y Sonora, prefirieron no hacer uso del agua de los pozos que en su tiempo fueron liberados para consumo humano por parte de la COFEPRIS, principalmente porque no tienen confianza que estas fuentes de abastecimiento estén completamente libres de diversos contaminantes, entre ellos metales pesados, ya que estos pozos se ubican en las márgenes de los ríos. Ante esta contingencia, los habitantes de los poblados de Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa solicitaron la perforación de nuevos pozos que estuvieran localizados en sitios alejados de las zonas de influencia de la contaminación.

La creación del Fideicomiso 80724 Río Sonora por parte del Gobierno Federal, permitió y financió trabajos geofísicos exploratorios con el fin de localizar sitios factibles para la presencia de agua subterránea en las áreas de estos municipios. Los resultados a partir del desarrollo de una serie de sondeos electromagnéticos transitorios (TEM por sus siglas en inglés) y tomografías eléctricas resistivas (TER), determinó un total de siete sitios, en algunos de los cuales se perforaron pozos bajo la supervisión de la Universidad de Sonora.

En el Estado de Sonora, como en la mayoría de las entidades federativas del norte del país, prevalecen en la mayor parte de su territorio condiciones ecológicas de clima árido y semiárido e irregular disponibilidad temporal y espacial de las aguas superficiales, este es un aspecto de capital importancia para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos y obliga a buscarla en el subsuelo sobre todo en las regiones de mayor escasez.

Si bien, es cierto que en la zona de los poblados antes mencionados se aprovecha el acuífero granular que se tiene dentro de las cuencas hidrológicas que la incluye, algunos sitios donde se perforaron nuevos pozos están dominados por una litología detrítica conocida como la Formación Báucarit. Aun cuando esta unidad rocosa en la mayoría de las cuencas de Sonora no es una unidad con posibilidades altas de contener agua subterránea,

en estos sitios se obtuvieron gastos que permiten ser equipados para su explotación. Este hecho sugiere la presencia de un acuífero en roca que probablemente esté definido por fracturamiento, sin embargo, está la posibilidad también de que esta unidad presente zonas con mayor porosidad primaria en porciones semi-consolidadas que contenga esta agua.

Es por lo anterior que se pretende, con base principalmente en la prospección geofísica y en los parámetros hidráulicos definidos por pruebas de bombeo realizadas en los pozos, identificar las características de la Formación Báucarit.

2. GENERALIDADES

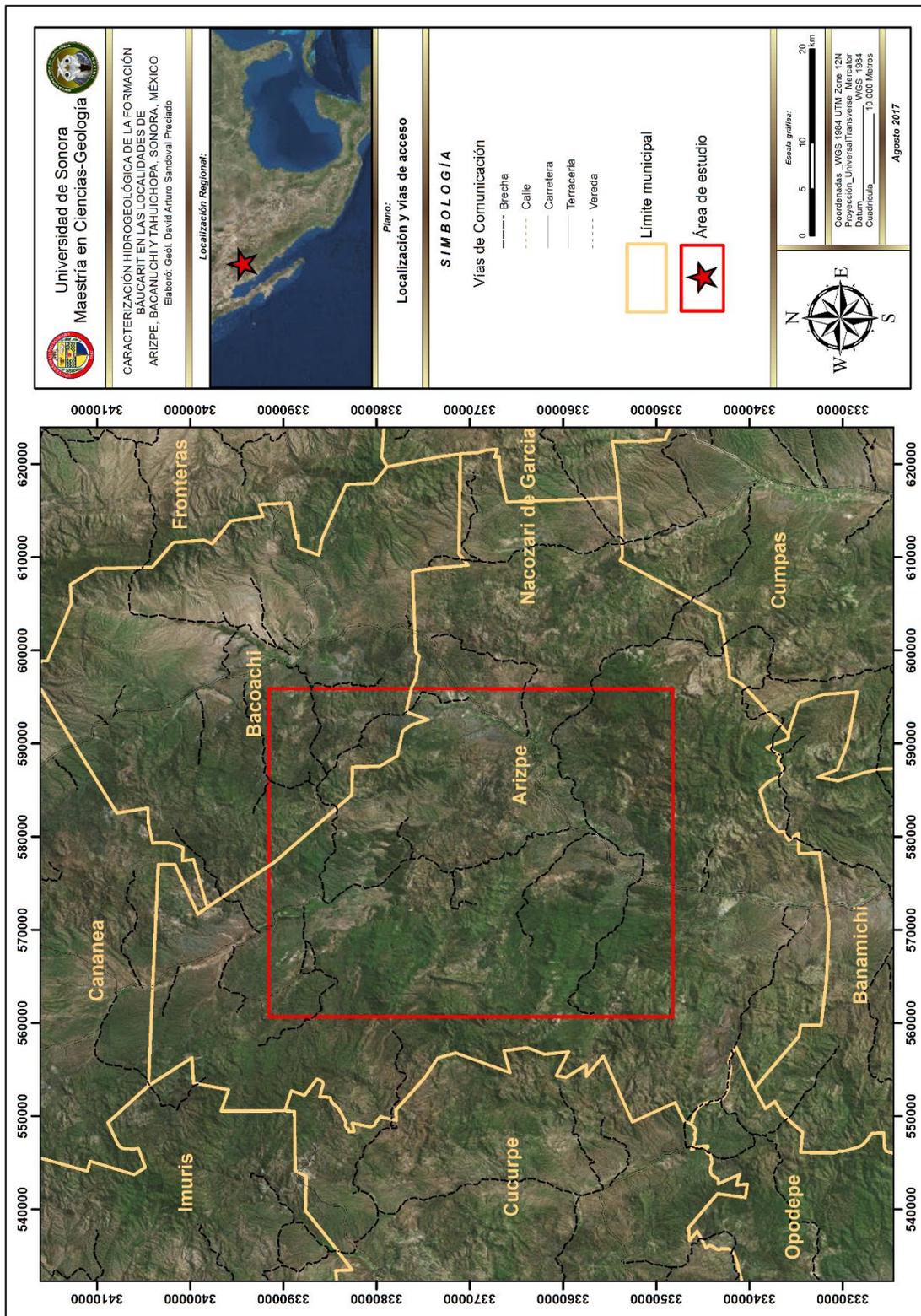
2.1. Localización y vías de acceso

El área estudiada incluye zonas aledañas a tres poblaciones del centro-noreste del estado de Sonora: Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa (Plano 1).

La población de Arizpe se ubica en la porción nor-noreste del estado de Sonora dentro de la cuenca del Sonora-Banamichi en el municipio de Arizpe, en la carta Geológico-Minera Arizpe H12-B73 escala 1:50 000. El acceso se realiza por la carretera federal número 14 de Hermosillo a Mazocahui de allí se toma hacia el norte por la carretera estatal número 89 de Mazocahui a Cananea.

La población de Bacanuchi se ubica en la porción nor-noreste del estado de Sonora dentro de la cuenca del Río Bacanuchi en el municipio de Arizpe, en la carta Geológico-Minera Cananea H12-5. Está localizado en las coordenadas 30°36' 21.01" de latitud Norte y 110°14'07.94" de longitud Oeste. El acceso se realiza por la carretera federal No. 13 que comunica a la ciudad de Hermosillo con Cananea y posteriormente se toma al sur por un camino de terracería hasta el área de estudio.

La población de Tahuichopa se ubica en la porción centro-norte del estado de Sonora dentro de la cuenca del Río Sonora en el municipio de Arizpe. En la carta topográfica H12-B73 escala 1: 50 000 que le corresponde al municipio de Arizpe. El acceso principal se realiza a partir de la ciudad de Hermosillo, tomando la Carretera Federal Número 15 hasta el entronque de la Carretera Estatal Número 14 de San Pedro El Saucito hasta llegar a Mazocahui, de Mazocahui se toma la Carretera Estatal Número 89 hasta Arizpe, se recorren en total 209 kilómetros de Hermosillo a Arizpe y de allí 7 kilómetros más a Tahuichopa



Plano 1. Mapa de localización y vías de acceso

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar a la Formación Báucarit en el contexto sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en el área de estudio.

2.2.2. Objetivos particulares

Los objetivos particulares que se persiguen para esta unidad son:

- Caracterizar petrológica y petrográficamente las unidades detríticas
- Identificar las litofacies y el ambiente de depósito
- Analizar datos resistivos del subsuelo
- Caracterizar sus condiciones hidrogeológicas

2.3. Metodología

La metodología para realizar este trabajo consistió de tres fases:

- 1) Se recopiló información geológica e hidrogeológica que se encuentra en trabajos científicos, tesis y reportes de dependencias gubernamentales, referentes al área de estudio, incluyendo específicamente sobre la Formación Báucarit; asimismo, se recopiló información hidrometeorológica de estaciones que se localizan en sitios cercanos al área y que tienen influencia en ésta.
- 2) En campo, se visitaron las zonas aledañas a los sitios propuestos para la perforación de los pozos dentro del área de estudio, con el fin de identificar las características estratigráficas de la Formación Báucarit, se describieron los afloramientos y se tomaron muestras para petrografía. Como parte de estas visitas de campo también se asistió al levantamiento geofísico en los diferentes sitios y además, se colectaron los productos de la perforación para su descripción.
- 3) En gabinete se analizó: a) la información obtenida de los trabajos geofísicos para identificar su distribución en el subsuelo, y b) los datos de pruebas de bombeo. Asimismo, durante esta etapa se definió el escrito de este trabajo.

2.2. Climatología

De acuerdo a la clasificación utilizada por Köppen, modificado por E. García (1964), el clima que prevalece en la región, es el BS1 kw (x'), que corresponde a clima Semiseco-templado con lluvias en verano. Se caracteriza porque su temperatura media anual es de 12 a 18°C, precipitación total anual entre 400 y 600 mm, verano es cálido y porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2. En general éste clima se ubica en las zonas con una altura sobre el nivel del mar entre 1,000 y 2,400 metros (Plano 2).

El análisis climatológico se llevó a cabo considerando las precipitaciones medias mensuales y se calcularon las medias totales anuales, corregidas utilizando el factor de Thiessen. De igual forma, para la evapotranspiración real se aplicaron las fórmulas empíricas de Turc y Coutagne (Custodio y Llamas, 1996); se tomaron en cuenta los valores medios mensuales y anuales para cada estación. Para temperatura, se calcularon las medias anuales.

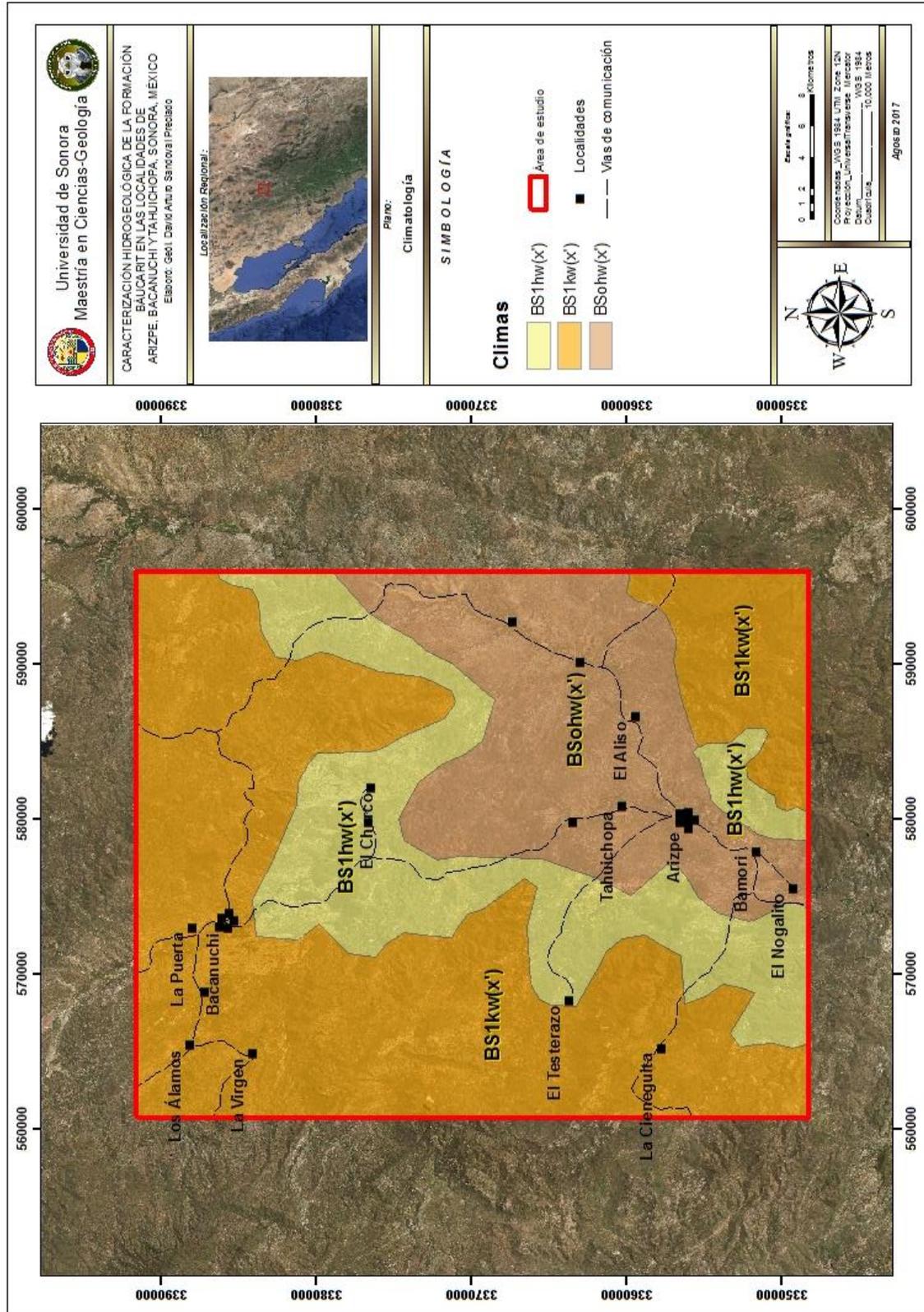
En la Tabla 1 se presenta el listado de las estaciones meteorológicas analizadas, incluyendo su clave, coordenadas geográficas (WGS84) y elevación. Cabe recalcar que las estaciones se seleccionaron con base en la ubicación geográfica respecto al área de estudio y a la cantidad de datos disponibles, que en este caso abarcan los años de 1970 a 2010.

Tabla 1. Estaciones climatológicas consideradas en el análisis

CLAVE	ESTACIÓN	ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (msnm)
26262	EL FRESNAL	SONORA	30.81	-110.88	870.00
26259	CUMERAL	SONORA	30.89	-110.85	919.00
26286	MAGDALENA	SONORA	30.54	-110.18	750.00
26255	EL CLARO	SONORA	30.45	-110.18	640.00
26025	CUCURPE	SONORA	30.33	-110.18	860.00
26007	BACANUCHI	SONORA	30.60	-110.24	1,060.00
26005	ARIZPE	SONORA	30.34	-110.18	830.00

2.2.1. Precipitación

Es el parámetro más importante dentro del ciclo hidrológico, ya que es el proceso mediante el cual se recibe el recurso en la superficie terrestre para convertirse en escurrimiento, evapotranspiración e infiltración al subsuelo.



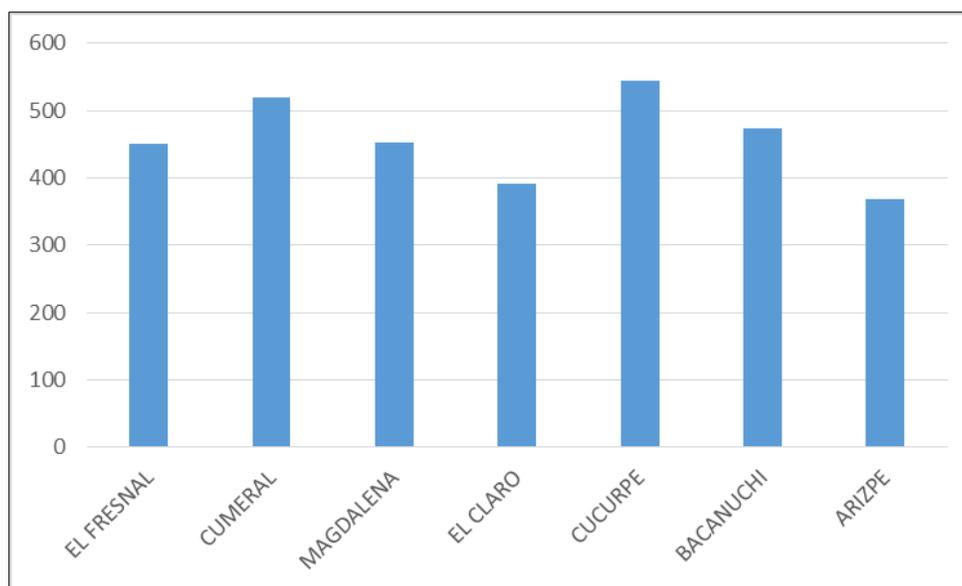
Plano 2. Climatología

La precipitación media total calculada en función de los datos de las estaciones, sin considerar el factor de Thiessen, es de 456.78 mm. (Tabla 2). La máxima se calculó en Cucurpe, con 543.30 mm y una mínima total de 390.29 mm en El Claro (Gráfica 1).

El régimen pluvial en esta cuenca es variable, pero de manera general presenta dos períodos de ocurrencia principales: los meses de julio y agosto, que coinciden con la época de monzón; así como los meses de diciembre y enero, con la temporada de equipatas de invierno.

Tabla 2. Precipitación media anual

CLAVE	ESTACIÓN	FACTOR DE THIESSEN	ÁREA (km ²)	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	PRECIPITACIÓN PONDERADA (mm)
26262	EL FRESNAL	0.0041	7.29	451.03	1.86
26259	CUMERAL	0.0020	3.50	519.03	1.03
26286	MAGDALENA	0.0908	160.50	452.33	41.09
26255	EL CLARO	0.1414	249.93	390.29	55.21
26025	CUCURPE	0.0024	4.20	543.30	1.29
26007	BACANUCHI	0.7233	1,278.09	473.53	342.52
26005	ARIZPE	0.0359	63.44	367.94	13.21
TOTAL		1.0000	1,766.95	456.78	456.20



Gráfica 1. Precipitación media anual por estación climatológica

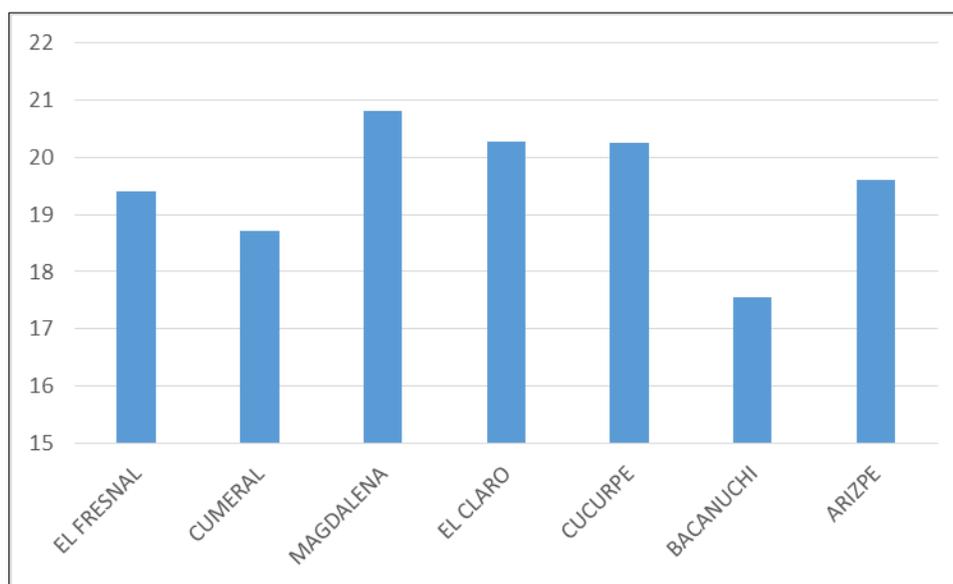
2.2.2. Temperatura

La temperatura media anual calculada en función de los datos de las estaciones, es de 19.5°C. La máxima normal se calculó en Magdalena, con 20.8°C; mientras que la mínima normal alcanza los 17.5°C en Bacanuchi.

En la Tabla 3 y en la Gráfica 2 se presenta la temperatura media anual corregida utilizando el factor de Thiessen.

Tabla 3. Temperatura media anual

CLAVE	ESTACIÓN	FACTOR DE THIESSEN	ÁREA (km ²)	TEMPERATURA TOTAL (°C)	TEMPERATURA PONDERADA (°C)
26262	EL FRESNAL	0.0041	7.29	19.40	0.08
26259	CUMERAL	0.0020	3.50	18.72	0.04
26286	MAGDALENA	0.0908	160.50	20.81	1.89
26255	EL CLARO	0.1414	249.93	20.28	2.87
26025	CUCURPE	0.0024	4.20	20.25	0.05
26007	BACANUCHI	0.7233	1,278.09	17.56	12.70
26005	ARIZPE	0.0359	63.44	19.61	0.70
TOTAL		1.0000	1,766.95	19.52	18.33



Gráfica 2. Temperatura media anual por estación climatológica

2.2.3. Evapotranspiración

La evaporación es el proceso mediante el cual el agua cambia del estado líquido al gaseoso debido a la radiación solar; se estima que en este proceso del ciclo hidrológico, entre el 75 y 90% de la precipitación total anual que ocurre sobre los continentes retorna a la atmósfera en forma de vapor.

La evapotranspiración se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa, junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación y se calcula mediante diferentes fórmulas empíricas. En el área de estudio, la evapotranspiración obtenida representa en promedio el 91.6% de la precipitación y fue calculada por la fórmula de Turc y Coutagne para la estación climatológica. La ecuación empírica de Turc establece lo siguiente:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Donde:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

ETR = Evapotranspiración real anual (mm)

P = Precipitación media anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

La ecuación empírica de Coutagne establece que:

$$ETR = P - X^2$$

$$X = \frac{1}{0.8 + 0.14T}$$

Donde:

$$1/8x < P < 1/2x$$

ETR = Evapotranspiración real anual (m/año)

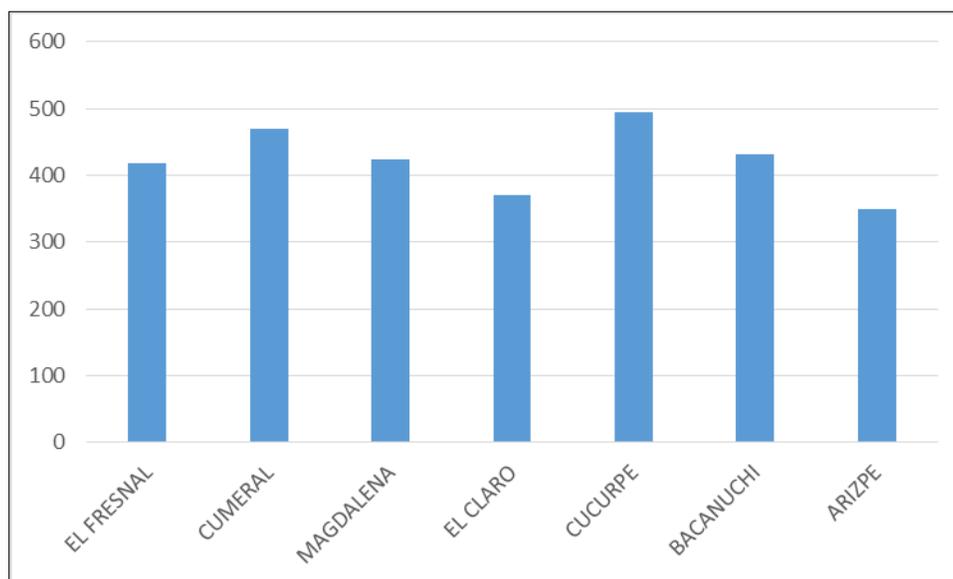
P = Precipitación media anual (m/año)

T = Temperatura media anual (°C)

Los valores calculados fueron corregidos utilizando el respectivo factor de Thiessen (Tabla 4 y Gráfica 3). Los valores de evapotranspiración son muy cercanos a los valores de precipitación y la recarga por infiltración en la zona representa un volumen muy bajo, exceptuando años donde la precipitación se ubique por encima de la media.

Tabla 4. Evapotranspiración real media anual

CLAVE	ESTACIÓN	FACTOR DE THIESSEN	ÁREA (km ²)	ETR TOTAL (mm)	ETR PONDERADA (mm)
26262	EL FRESNAL	0.0041	7.29	418.19	1.73
26259	CUMERAL	0.0020	3.50	469.73	0.93
26286	MAGDALENA	0.0908	160.50	422.81	38.41
26255	EL CLARO	0.1414	249.93	369.26	52.23
26025	CUCURPE	0.0024	4.20	494.36	1.18
26007	BACANUCHI	0.7233	1,278.09	430.33	311.27
26005	ARIZPE	0.0359	63.44	348.88	12.53
TOTAL		1.0000	1,766.95	421.94	418.27



Gráfica 3. Evapotranspiración media anual (mm) por estación climatológica

3. MARCO GEOLÓGICO

3.1. Tectónica regional

La geología que se tiene dentro del estado de Sonora fue desarrollada a partir de una evolución tectónica muy compleja, y la gran diversidad de eventos tectónicos y las deformaciones que tuvieron lugar durante la historia geológica de la región, hacen que su comprensión geológica sea un gran reto.

Las rocas más antiguas del Mesozoico dentro de esta región están representadas por una secuencia volcanosedimentaria de edad jurásica llamada Riolita El Pinito, la cual se tiene aflorando principalmente en la sierra del mismo nombre localizada al noroeste de las áreas estudiadas. La secuencia está dominada por riolitas y lahares riolíticos que se intercalan con capas de arenisca de cuarzo. Paleotectónicamente estas rocas representan el desarrollo de un arco volcánico continental con el desarrollo de dunas de arena durante el Jurásico (Riggs y Haxel, 1990); y además, corresponden al bloque Pápago definido por Haxel, et al (1980) como una región que se extiende desde el centro-sur de Arizona, hasta la porción centro-norte de Sonora, donde las rocas volcánicas e intrusivas forman parte de este arco magmático continental Jurásico.

Las rocas del Cretácico-Terciario se encuentran ampliamente distribuidas en la región y representan el producto de una serie de procesos geológicos que se sucedieron durante este tiempo. La apertura del Golfo de México en el marco de la evolución de un punto triple (Rueda-Gaxiola, 2004) y el desarrollo de cuencas intra-arco a finales del Jurásico (Busby et al., 2005), permitieron que éstas últimas fueran alcanzadas por la gran transgresión marina del Cretácico Temprano, generando la sedimentación que representan las rocas detrítico-carbonatadas del Grupo Bisbee (Ransome, 1904; Dickinson, et al., 1986; González-León et al., 2008). Durante el Cretácico Tardío, esta secuencia es afectada por la Orogenia Laramide desarrollando pliegues amplios con ejes orientados NW-SE y una serie de cabalgamientos con convergencia SW y NE. Este mismo evento tectónico genera la cuenca dentro de la cual fue depositado el Grupo Cabullona (Taliaferro, 1933), el cual representa una secuencia volcanosedimentaria depositada en ambientes continentales fluvio-lacustres (González-León y Lawton, 1995). De manera sincrónica con el depósito del Grupo Cabullona, más hacia el oeste se desarrolla un arco magmático continental, conocido también como "Arco Laramide", que en la región se representa por una serie de intrusiones de composición granítico-granodiorítica que se tienen afectando a las rocas pre-Eocenas, incluyendo a su cobertura volcánica andesítico-dacítica

En el marco de un patrón de migración del arco magmático mencionado en el párrafo anterior, la cual es hacia el interior del continente con su posterior regreso hacia la trinchera, y que ha sido reconocida desde hace tiempo para el suroeste de la Cordillera Norteamericana entre el Cretácico Tardío y el presente (Damon et al., 1983), se genera como producto principal el volcanismo de la Sierra Madre Occidental durante el Oligoceno y el Mioceno Temprano. Estos productos dentro de la región estudiada están representados

principalmente por el emplazamiento de rocas volcánicas y piroclásticas de esta edad, predominantemente de composición ácida.

La actividad tectónica más importante a la que ha estado sujeta esta región del norte y noreste de Sonora durante el Terciario Medio y hasta el Holoceno es la extensión intraplaca. Los productos más importantes que generó este evento extensional son una serie de cuencas continentales limitadas por fallas normales, cuyo relleno sedimentario, para aquellas desarrolladas en la región, está representado por las secuencias conglomeráticas que incluyen actividad volcánica sincrónica dentro de éstas (Formación Báucarit). A finales del Mioceno, después de los 12 Ma, una reactivación de la extensión provoca el basculamiento de las rocas del relleno sedimentario antes mencionado y la reactivación del volcanismo (Ferrari et al., 2005; Henry y Aranda-Gómez, 1997). Finalmente, los procesos de erosión y depósito dentro de cuencas continentales actuales permiten el depósito de sedimentos en ambientes predominantemente continentales (Plano 3).

3.2. Estratigrafía local

Dentro de la porción que abarca el área estudiada se encuentran aflorando secuencias sedimentarias y volcánicas, así como cuerpos intrusivos, cuyas edades varían del Cretácico Temprano al Cuaternario (Figura 1). Con base en el trabajo del Servicio Geológico Mexicano (2003), en este apartado se describen las unidades que se tienen aflorando.

Formación Caliza Mural (KiFm)

La unidad está constituida principalmente por calizas masivas fosilíferas y limolitas calcáreas con interestratificaciones de lutitas y areniscas de grano fino. Esta unidad se encuentra ubicada al noroeste de la localidad de Arizpe y al suroeste de la localidad de Bacanuchi

La Formación Caliza Mural está constituida por calizas masivas de color gris, que varían a estratificación de gruesa a mediana con limolitas calcáreas de color blanco cremoso, gris a verde oscuro, de estratificación delgada a mediana, con cantidades menores de lutitas calcáreas laminares de color gris verdoso y areniscas de grano fino interestratificadas. Las calizas contienen una gran cantidad de fósiles, especialmente ostrácodos. Las rocas de esta secuencia se presentan plegadas formando anticlinales y sinclinales, los pliegues son medianamente abiertos con rumbo nor-noroeste sur-sureste y noroeste-sureste con sus planos axiales inclinados en forma general al suroeste.

Formación Cintura (KiFc)

La Formación Cintura en el área de estudio consiste en una secuencia sedimentaria constituida por areniscas de color gris a café claro, en ocasiones en intercalaciones de color verde, café marrón y crema, de grano fino a medio, en estratos que varían de finos a delgados que dan buena estratificación y lutitas calcáreas de color gris a gris verdoso en estratos que varían de delgados a laminares, lo mismo que las limolitas. Las calizas son de color gris, café rojizo, blanco cremoso y rosáceo en estratos medianos a gruesos. Esta unidad se localiza en la parte central del área de estudio, al noreste de la localidad de Arizpe. El ambiente de depósito de las rocas de esta unidad se relaciona a una sedimentación marina poco profunda dentro de una plataforma carbonatada.

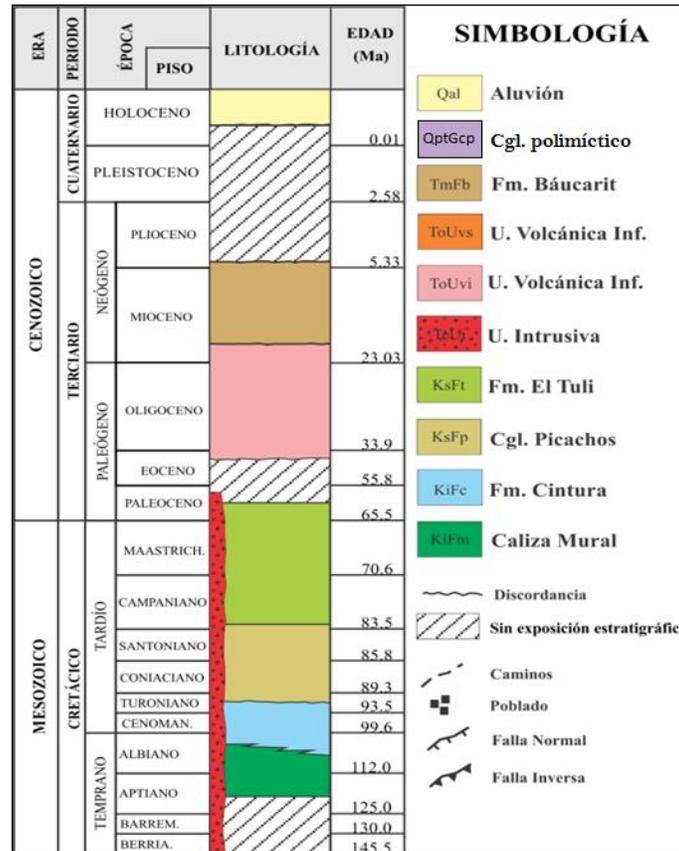


Figura 1. Columna Estratigráfica generalizada del área de estudio

Conglomerado Picachos (KsFp)

Esta unidad se refiere a una secuencia sedimentaria constituida por un conglomerado bien consolidado, pobremente clasificado, con fragmentos de bien redondeados a

angulosos, derivados principalmente de caliza y una arenisca de grano fino a medio en ocasiones brechada. Esta unidad aflora al noreste de la localidad de Arizpe y al suroeste de Bacanuchi

La unidad está constituida por un conglomerado polimíctico muy bien consolidado, silicificado, de color gris a verde pálido y verde amarillento, estructura compacta, masiva, brechoide y una arenisca de color verde pálido de grano fino a medio en estratos delgados. Los fragmentos del conglomerado varían de bien redondeados a angulosos, con tamaños generalmente menores a 0.10 m de diámetro y en menor cantidad menores de 0.30 m, aunque hay ocasionalmente fragmentos de caliza hasta de 0.80 m. Los fragmentos son principalmente de calizas, calcita espática, areniscas y ocasionalmente de rocas volcánicas, soportados en una matriz arenosa cuarzo feldespático de grano medio a grueso, como componentes secundarios contiene sílice, clorita y hematita. Los fragmentos líticos presentan baja esfericidad.

Las rocas de esta unidad están subyaciendo por cabalgadura a rocas de la Formación Cintura de edad Albiano y por contacto tectónico a rocas volcanosedimentarias del Cretácico superior y son afectadas por un intrusivo de composición cuarzomonzonita-tonalita de edad Paleoceno.

Formación el Tuli (KsFt)

La unidad se compone de una secuencia volcanosedimentaria constituida por rocas volcánicas de composición andesítica, dacítica y riolítica que se presentan en derrames y piroclásticos y sedimentarias como areniscas, calizas y conglomerados. La unidad tiene afloramientos en toda el área de estudio.

Las rocas más abundantes de la unidad son las andesitas y les siguen en orden de abundancia las areniscas. Las andesitas son de color verde, morado a café, son de estructura compacta, masiva, se presentan con textura de afanítica a porfírica, como minerales constituyentes pueden tener plagioclasas, ferromagnesianos, minerales arcillosos, calcita y óxidos de hierro. Las dacitas son de color rosa parduzco a verde pálido, con estructura compacta, masiva, textura generalmente porfídica, con plagioclasas como oligoclasa- andesina, cuarzo, ferromagnesianos y ortoclasa escasa. Como minerales secundarios puede tener calcita- prehnita como producto de alteración de las plagioclasas, calcita- clorita- epidota como alteración de los ferromagnesianos.

Las areniscas son de color crema, café claro a gris verdoso claro, estructura compacta, masiva de grano medio, estratificación mediana a gruesa con estratos hasta de 1.30 m de

espesor, como minerales constituyentes puede tener cuarzo subredondeado, calcita, plagioclasas y apatita, todos de origen detrítico con fragmentos líticos de origen volcánico; como minerales secundarios pueden tener clorita, minerales arcillosos y hematita.

Las calizas pueden variar a dolomitas calcíticas, son de color gris a crema rosáceo, estructura compacta, masiva, de textura criptocristalina, como minerales constituyentes tienen carbonatos y óxidos de hierro; como minerales secundarios pueden tener sílice y hematita.

Unidad Intrusiva (TeUi)

La unidad está constituida por cuerpos intrusivos de composición cuarzomonzonítica-tonalítica de color gris a gris verdoso, estructura compacta, masiva, textura porfídica a fanerítica de grano medio a grueso. Esta unidad está localizada principalmente en la parte central y pequeños afloramientos en la parte noreste del área de estudio.

Esta unidad de cuerpos ígneos intrusivos está constituida de rocas de color gris claro a gris verdoso, estructura compacta, masiva y textura de porfídica a fanerítica de grano medio a grueso.

Las rocas de composición cuarzomonzonítica están constituidas por cristales y fenocristales de oligoclasa y andesina con intercrecimientos de ortoclasa. Las plagioclasas están parcialmente alteradas a sericita y otros minerales arcillosos, como minerales máficos principales están la biotita y hornblenda parcialmente cloritizadas.

Unidad Volcánica Inferior (ToUvi)

Esta unidad se constituye principalmente de rocas volcánicas de composición andesítica y riolítica que se presentan normalmente en derrames y piroclásticos. Esta unidad aflora principalmente en zona norte del área de estudio,

La unidad se conforma principalmente de andesitas de color verde, gris y café, estructura compacta, masiva, de textura afanítica a porfídica; como minerales principales constituyentes de la roca están plagioclasas, ferromagnesianos, minerales arcillosos y óxidos de hierro. La andesita puede variar a andesita basáltica.

Las rocas de composición riolítica son principalmente tobas de color gris, crema rosácea a café rojizo, estructura compacta, masiva, de textura principalmente porfirítica y en menor proporción afanítica, constituida por feldespatos, cuarzo, vidrio volcánico, fragmentos de cristales y líticos, en ocasiones pueden tener heulandita como producto de la desvitrificación del vidrio volcánico y hematita como alteración de los ferromagnesianos.

Las rocas de la unidad se encuentran descansando en contacto tectónico sobre rocas sedimentarias del Grupo Bisbee y por discordancia y contacto tectónico con rocas volcanosedimentarias de la formación El Tuli del Cretácico superior.

Unidad Volcanica Superior (ToUvs)

Se compone de andesitas, andesitas basálticas, basaltos, aglomerados y brechas basálticas de color gris a café rojizo, de textura afanítica a porfirítica con vesículas rellenas de calcita, cuarzo y calcedonia con intercalaciones esporádicas de horizontes de tobas riolíticas. Esta unidad se localiza en la parte sureste del área de estudio.

La unidad está compuesta predominantemente por andesitas, andesitas basálticas y basaltos y en menor proporción por aglomerados y brechas andesíticas y basálticas. Son de color gris, gris oscuro a café rojizo. Las andesitas son de estructura compacta, maciza, generalmente de textura afanítica, con minerales como plagioclasas de tipo albita-oligoclasa alterándose parcialmente a montmorillonita, piroxenos alterándose total o parcialmente a hematita, apatita en diminutos cristales incluidos en los feldespatos y magnetita diseminada alterándose a hematita. Como minerales secundarios están la montmorillonita como producto de la alteración de los feldespatos y hematita como producto de la alteración parcial o total de los ferromagnesianos y hematita.

Las andesitas basálticas son de estructura compacta, masiva, de textura afanítica a vesicular, compuestas de plagioclasas del tipo andesina- labradorita constituyendo la trama de la roca y alterándose a montmorillonita, piroxenos alterándose a hematita, apatita en diminutos cristales incluidos en los feldespatos y magnetita. Como minerales secundarios están la montmorillonita como resultado de la alteración de los feldespatos, calcita de la variedad micrita relleno intersticios y espacios vacíos, hematita derivados de la alteración de los ferromagnesianos y magnetita y sílice relleno vesículas, formando amígdalas.

Formación Báucarit (TmFb)

Las rocas que conforman esta unidad son un conglomerado polimíctico y areniscas con flujos de basalto y andesitas y horizontes de tobas riolíticas intercalados principalmente de la base a la parte media de la secuencia. Esta unidad se localiza en la zona norte, sur y este del área de estudio, en las proximidades de las localidades de Arizpe y Bacanuchi.

La unidad está constituida principalmente por un conglomerado polimíctico y areniscas. El conglomerado es de color café claro a café oscuro, generalmente está bien

consolidado y estratificado, pobremente clasificado, constituido por fragmentos sub-redondeados a sub-angulosos, su tamaño varía generalmente entre 5 y 30 cm, son de la misma composición de las rocas que lo circundan, aunque generalmente son de composición basáltica, andesítica y riolítica, están inmersos en una matriz de grano mediano y grueso, ocasionalmente areno- arcillosa. Los estratos del conglomerado son compactos, de espesor muy variable, aunque generalmente son gruesos, hasta de 3 m de espesor.

Las areniscas son de color café claro a café oscuro de grano medio a grueso, se presentan intercaladas con los conglomerados en horizontes compactos, en ocasiones lenticulares con espesores de 0.50 a 2 m.

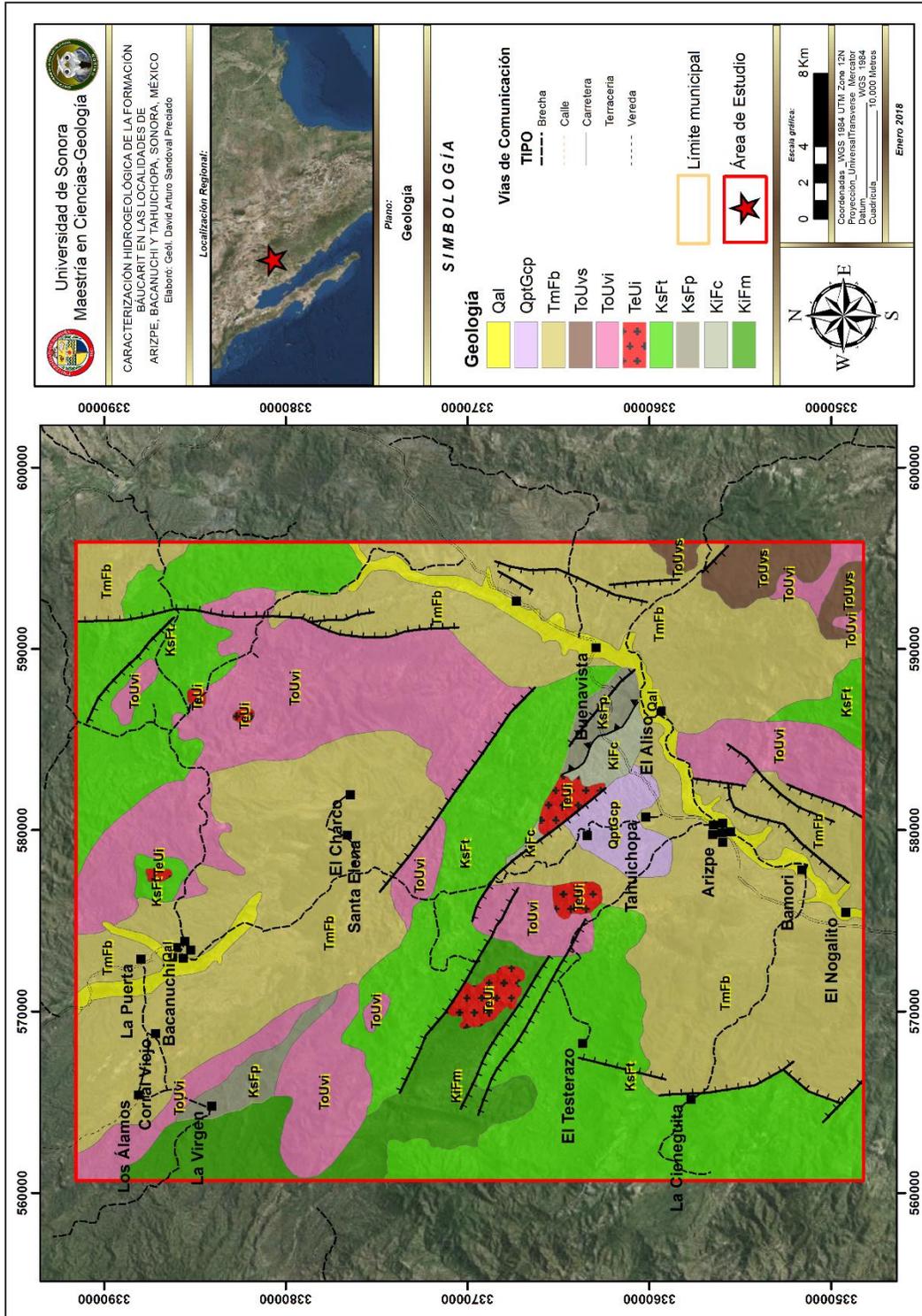
En esta unidad de conglomerado- areniscas es frecuente observar especialmente en la base y hasta la parte media intercalaciones de flujos de basalto y andesitas de color gris oscuro a negro con espesores de 5 a 35 m; así mismo, se observan tobas de composición riolítica de color beige a café claro, en horizontes bien definidos y muy regulares hasta de 5 m de espesor con pseudoestratificación fina, en ocasiones esta roca se presenta semiconsolidada.

Conglomerado Polimíctico (QptCgp)

Esta unidad del Pleistoceno está constituida por un conglomerado polimíctico con niveles de arenisca que afloran en la porción central y noreste que descansa en discordancia sobre rocas del Cretácico inferior y superior, Paleoceno y Mioceno.

Aluvión (Qal)

Esta unidad corresponde a depósitos no consolidados constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas originadas por la desintegración de rocas preexistentes y depositadas principalmente en los cauces de los ríos Sonora y Bacanuchi, así como en los arroyos y cañadas principales que drenan el área y en general en las partes planas de toda la carta.



Plano 3. Geología

4. FORMACIÓN BÁUCARIT

4.1. Antecedentes

Originalmente esta unidad fue propuesta por Dumble (1900, en King, 1939) como una secuencia de “areniscas, areniscas arcillosas y conglomerados bien estratificados” que afloran en las inmediaciones del poblado de Baucari en el SE de Sonora, considerada como la localidad tipo; de hecho, la designación original fue División Baucari. Posteriormente, King (1939) con base en afloramientos principalmente a lo largo del Río Yaqui, corrige la ortografía y renombra a esta unidad como Formación Báucarit. Este mismo autor considera que el carácter detrítico dominante de la unidad se mantiene, y es el primero en identificar una serie de rocas volcánicas y volcanoclásticas (flujos de basaltos, aglomerados basálticos, riolita y flujos de andesita) que se tienen intercalados en la porción basal. Dentro de la literatura geológica esta unidad ha sido reconocida en una gran cantidad de localidades de Sonora, en la mayoría de los casos como una secuencia volcanosedimentaria que incluye rocas volcánicas máficas e intermedias intercaladas, así como tobas y algunas brechas volcánicas (Miranda-Gasca y DeJong, 1992; De la O-Villanueva, 1992; Calles-Montijo, 1999; Vega-Granillo y Calmus, 2003; entre otros). También se sugiere en varios de éstos, que la Formación Báucarit representa el relleno sedimentario de cuencas extensionales desarrolladas durante la etapa temprana de extensión terciaria que afectó la región (Grijalva-Noriega y Roldán-Quintana, 1998).

Si bien es cierto que en McDowell et al. (1997) se menciona que el intervalo de edad para la Formación Báucarit está pobremente definido, y que Demant y Cochemé (1983 en Rodríguez-Castañeda) sugieren que éste puede darse desde el Mioceno y hasta el Cuaternario, es importante establecer que tomando en cuenta edades isotópicas reportadas en varios trabajos, la edad de esta unidad queda comprendida dentro del Mioceno Temprano a Medio, ya que la gran mayoría se encuentran en un rango entre 23 y 17 Ma (Montigny et al., 1987; Paz-Moreno, 1992; Gans, 1997 en Vidal-Solano et al., 2007). En las inmediaciones del área de estudio de este trabajo, se realizó uno de los trabajos más recientes relacionados con la litología y edad de la Formación Báucarit. En éste, González-León et al. (2010) incluyen a esta unidad como el relleno sedimentario de la sub-cuenca Arizpe y la reportan con un espesor de alrededor de 2100 m, dividiéndola informalmente de la base a la cima en: a) el miembro La Cieneguita que es caracterizado por conglomerados que incluyen intercalaciones de limolitas y yeso; b) Basalto El Toro Muerto que son derrames de basalto, brechas basálticas y locales capas de conglomerado, donde se

obtuvieron fechas entre 24.8 y 23.5 Ma; c) el Conglomerado Arizpe, que es el miembro de mayor espesor (~1000 m), está representado por secuencias granodecrecientes conglomeráticas donde se intercalan basaltos con edades entre 21.7 y 21.3 Ma; d) el miembro Bámori constituido por rocas predominantemente finas (limolitas y areniscas) con locales conglomerados; y e) la Brecha El Catalán dominada por una composición de clastos de basalto. Algo muy importante de resaltar en este último trabajo es la presencia de las limolitas y areniscas en la porción superior de la Báucarit, ya que, desde la perspectiva hidrogeológica esta porción podría presentar una porosidad primaria que eventualmente podría contener agua en el subsuelo.

Grijalva-Noriega et al. (2016) lito y crono-correlacionan a la Formación Báucarit con la Formación Nogales, una unidad litoestratigráfica que está caracterizada por una secuencia detrítica dominada por conglomerados y areniscas, cuyos mejores afloramientos se tienen en la ciudad de Nogales en Arizona y sus inmediaciones. Page et al., (2016a) dividieron a la Formación Nogales en tres miembros, de la base a la cima: Proto Canyon, Nogales Wash y Mariposa, donde este último miembro es una secuencia dominada por areniscas con diferente granulometría de color pardo rojizo a gris rosado, las cuales presentan intercalaciones de limolitas, que localmente se presentan en paquetes de hasta 40 m de espesor, así como de rocas volcánicas basálticas cuyos fechamientos están entre los 18 y 12 Ma. Así, esta secuencia detrítica fina del miembro Mariposa puede ser equivalente, inclusive en edad, con el miembro Bámori definido por González-León et al. (2005) en el área de Arizpe. De nuevo, en el contexto hidrogeológico, esta relación con la Formación Nogales es importante, toda vez que Page et al. (2016b) establecen que areniscas de esta unidad presentaron un rango de porosidad efectiva de entre 16 y 42%.

4.2. Descripción petrológica y petrográfica

Dentro de este apartado se describen los principales afloramientos de la Formación Báucarit en ambas zonas del área estudiada, así como las muestras petrográficas más características de cada una de éstas.

4.2.1. Zona Arizpe-Tahuichopa

Los afloramientos más importantes dentro de esta zona se tienen a lo largo del camino que une a estas dos localidades, y están representados por secuencias conglomerático-arenosas con intercalaciones de flujos y brechas basálticas, que por su

litología corresponden al miembro Conglomerado Arizpe de la división de González-León et al. (2005).

Son paraconglomerados oligomícticos de guijas a guijarros en una matriz arenosa gruesa de color pardo claro a pardo oscuro (Imagen 1a y b). Sus clastos se presentan de sub-angulosos a angulosos, con una clasificación de moderada a mala y una composición litológica dominada por rocas volcánicas (90%), además de granitos y otras rocas sedimentarias (10%).

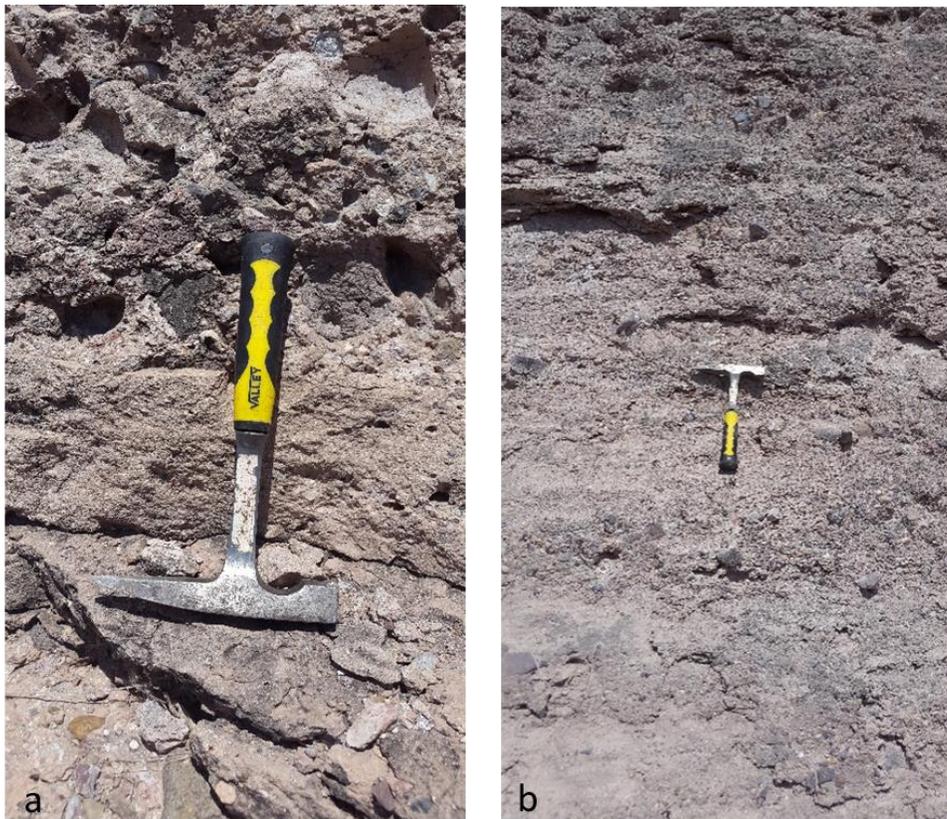


Imagen 1. Afloramientos de la secuencia conglomerático-arenosa de la Fm. Báucarit. a) Capa de arenisca de grano grueso a conglomerática entre capas de un conglomerado de guijas. b) capa gruesa de un conglomerado de guijarros a guijas

Las areniscas son de grano grueso a conglomeráticas con algunos guijarros y pequeñas guijas de rocas volcánicas, y se tienen de un color pardo amarillento en superficie fresca y pardo medio a oscuro en superficie de intemperismo. Regularmente se presentan con una estratificación media intercalados con los estratos gruesos de conglomerado (Imagen 1a), sin embargo, hacia la cima de la secuencia su presencia y el espesor de los estratos se incrementan.

También intercalado en esta secuencia detrítica se tienen coladas basálticas que presentan una brecha de la misma composición en la porción basal (Imagen 2). Por sus características litológicas, este basalto probablemente corresponda al Basalto Agua Caliente de González-León et al. (2005).



Imagen 2. Afloramientos de la secuencia basáltica intercalada con los conglomerados y areniscas de la Formación Báucarit

En general esta secuencia se tiene con una estratificación media a muy gruesa, con estratos de hasta 2.8 m de conglomerado. Se presentan con un rumbo casi N-S y echados hacia el NEE y SSE de entre 10° y 15°, aunque se tienen localmente de hasta 20° en zonas aledañas a fallas normales que afectan la secuencia.

Para la descripción petrográfica se tomaron dos muestras. La primera de éstas (AZ01) corresponde a una arenisca de grano grueso a conglomerática de color pardo amarillento (Imagen 3); mientras que la Imagen 4 es un conglomerado arenoso de gránulos a guijarros también de un color pardo amarillento.

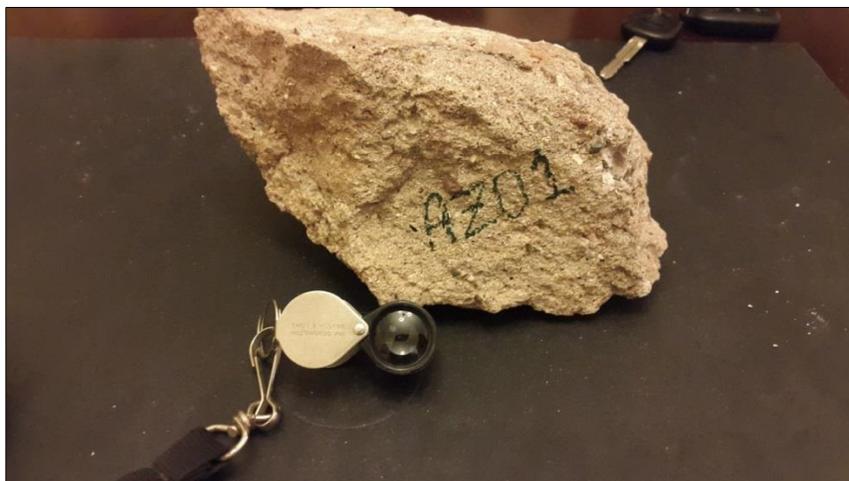


Imagen 3. Muestra de mano de una arenisca de grano grueso a conglomerática (AZ01) de la porción arenosa de la Formación Báucarit en la zona Arizpe-Tahuichopa.



Imagen 4. Muestra de mano de conglomerado arenoso (AZ02) de la porción conglomerática de la Formación Báucarit en la zona Arizpe-Tahuichopa

Al microscopio, la arenisca de la muestra AZ01 presenta una textura sostenida de granos sub-angulosos a angulosos, mala clasificación y esfericidad baja (Imagen 5). La composición mineral está dominada por fragmentos de roca volcánica félsica e intermedia (90%), con cuarzo monocristalino de extinción recta (5%) y feldespatos muy alterados a arcilla (5%), y como accesorios algunos óxidos de Fe

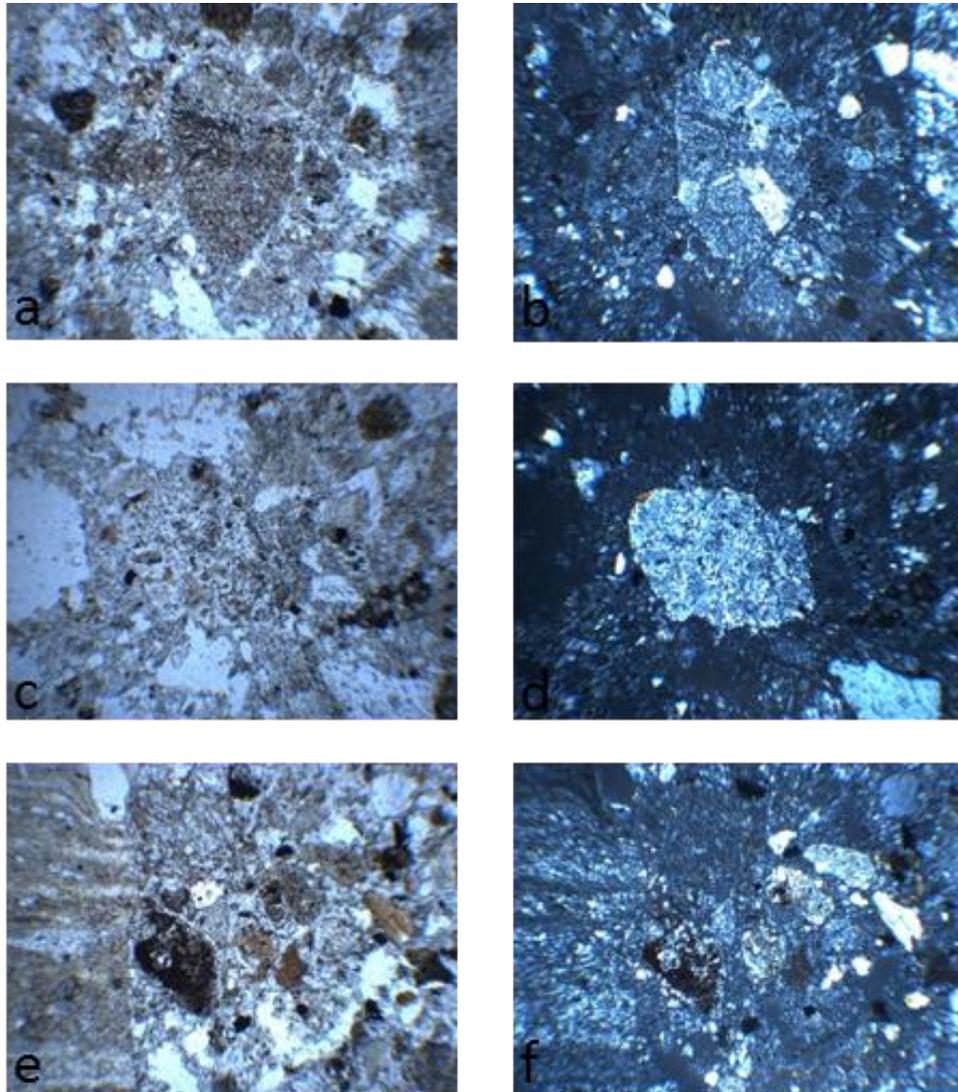


Imagen 5. Petrografía de la muestra AZ01. a, c y e luz natural; b, d y f nicoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la mala clasificación de la arenisca, así como los granos y gránulos de fragmentos de roca volcánica. El clasto central en a y b tiene un eje mayor de 3.5 mm. Tomada con el aumento de 4X

Para el conglomerado arenoso de la muestra AZ02, petrográficamente muestra granos y clastos (gránulos) sub-angulosos de baja esfericidad con una clasificación mala (Imagen 6), y a diferencia de la muestra AZ01, en ésta se tiene una mayor cantidad de matriz, llegando a ser una textura incluida. La composición mineral es similar a la muestra anterior con un 90% representado por fragmentos de roca volcánica, 5% de cuarzo monocristalino y 5% de feldespatos alterados.

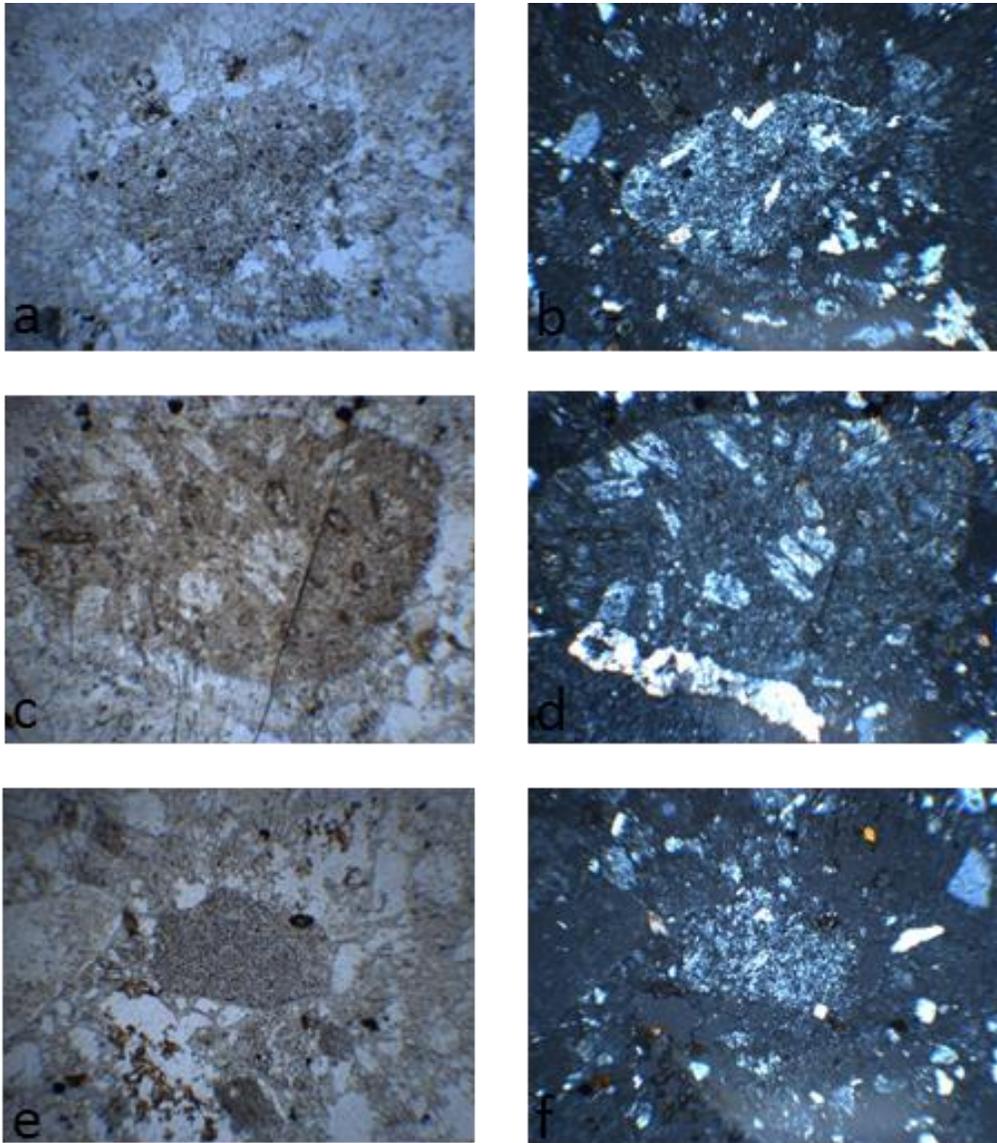


Imagen 6. Petrografía de la muestra AZ02. a, c y e luz natural; b, d y f nícoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la mala clasificación de la arenisca, así como los granos y gránulos de fragmentos de roca volcánica. El clasto principal en c y d tiene un eje mayor de 4.1 mm. Tomada con el aumento de 4X

Con base en su composición mineral, y bajo el esquema de clasificación de Folk, se puede considerar que ambas muestras corresponden a litarenitas volcánicas.

4.2.2. Zona Bacanuchi

Gran parte de los alrededores de esta localidad se encuentran dominados por el afloramiento de las litologías de la Formación Báucarit y sedimentos más recientes;

inclusive, algunos sitios en donde se realizó la perforación de pozos están sobre afloramientos de esta formación.

La base de esta secuencia son principalmente paraconglomerados de guijas a guijarros de color pardo claro a pardo oscuro en superficie (Figura 7a). Sus clastos se presentan de sub-angulosos a sub-redondeados, con una clasificación de moderada a mala y una composición litológica dominada por rocas volcánicas (90%), además de granitos y otras rocas sedimentarias (10%). Los estratos tienen un espesor promedio de 70 cm.

Algo notable de la porción inferior del afloramiento de la Formación Báucarit en esta zona es la presencia de un fracturamiento muy constante y con espaciamiento de entre 20 y 30 centímetros (Imagen 8).

Hacia la porción media dominan paraconglomerados de gránulos a guijarros que se presentan con una estratificación delgada a media (Imagen 7b), y se intercalan con estratos medianos a delgados de areniscas conglomeráticas y areniscas de grano grueso y medio.

La porción superior de la Formación Báucarit en esta zona está representada por una alternancia moderadamente consolidada de conglomerados arenosos, areniscas conglomeráticas, areniscas y limolitas que se tienen con estratificación delgada a media. La litología más representativa de esta porción son areniscas de grano medio a fino de color pardo claro, y estratos delgados de limolitas de color pardo rojizo.



Imagen 7. a) Paraconglomerado de guijas con matriz arenosa gruesa y estratificación media a gruesa en la base de los afloramientos en los alrededores del poblado de Bacanuchi. B) capas delgadas a medias de un paraconglomerado de gránulos a guijarros en la porción media



Imagen 8. Afloramiento fracturado de la porción inferior de la Fm. Báucarit en la zona de Bacanuchi

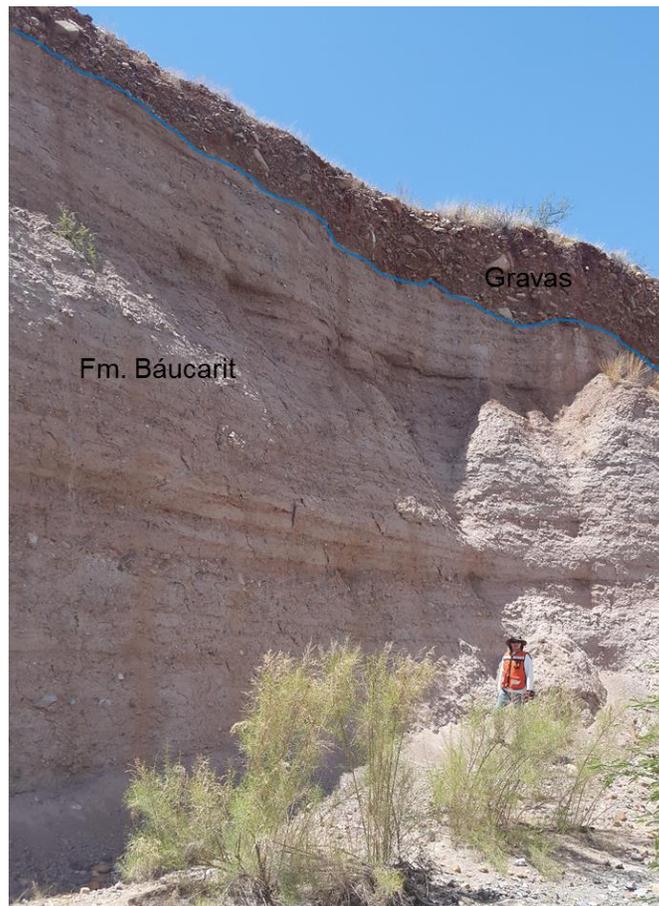


Imagen 9. Afloramiento de una secuencia areno-limolítica de la Formación Báucarit en las inmediaciones del poblado de Bacanuchi, cubierta discordantemente por gravas más recientes

Esta última litología de la Formación Báucarit en la zona de Bacanuchi se considera equivalente al miembro Bámori definido por González-León et al. (2005). Así mismo, por su similitud litológica y grado de consolidación, se puede correlacionar con el miembro Mariposa de la Formación Nogales (Imagen 9 y 10) propuesto por Page et al. (2016).



Imagen 10. Afloramiento de areniscas y limolitas moderadamente consolidadas del miembro Mariposa de la Fm. Nogales en las inmediaciones de la ciudad del mismo nombre en Arizona. Nótese la similitud que se tiene con la porción superior de la Fm. Báucarit en la zona de Bacanuchi. Fotografía tomada por Francisco Grijalva.

En esta zona se recolectaron las muestras BA01 y BA02, las cuales corresponden a areniscas moderadamente consolidadas de grano medio a grueso de color pardo amarillento a pardo claro (Imagen 11a y b). Para el estudio petrográfico sólo se consideró la muestra BA01, ya que el grado de consolidación de BA02 no permitió elaborar la lámina delgada.

Petrográficamente esta muestra se identifica como una arenisca de grano grueso con granos sub-redondeados dominando esfericidad predominantemente media a alta y clasificación moderada a mala (Imagen 12). La composición de la fracción granular

representa principalmente fragmentos de roca volcánica (95%), feldespatos alterados a sericita (Imagen 12e y f) y pocos granos de cuarzo monocristalino con extinción recta. Bajo el esquema de clasificación de Folk, esta roca es considerada una litarenita volcánica.

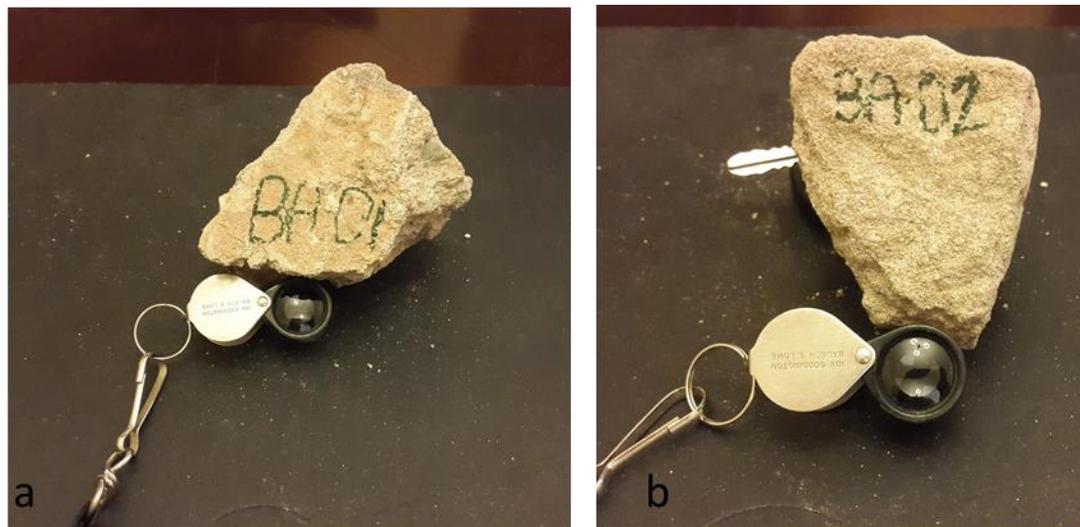


Imagen 11. Muestras de mano de areniscas de la porción superior de la Formación Báucarit en la zona Bacanuchi. A) BH01 y b) BH02.

4.3. Litofacies y ambiente de depósito

Dentro de la denominada sub-cuenca Arizpe, que incluye las zonas aquí estudiadas, González-León et al. (2005) proponen como ambiente de depósito para la Formación Báucarit un sistema fluvial trenzado y/o la porción media de un abanico aluvial, incluyendo depósitos en planicies de inundación de dicho sistema fluvial. Ambientes de depósito muy similares fueron propuestos para esta unidad en la cuenca del Río Yaqui (Ónavas) en la porción centro-este de Sonora por De la O-Villanueva (1993). Para dar mayor certidumbre a estas propuestas, se desarrolló en este trabajo la caracterización de las litofacies y su análisis para determinar el ambiente de depósito.

El término litofacies se define como un cuerpo de roca (sedimentos) con características físicas específicas, que eventualmente puede ser una simple capa o un grupo de éstas. Este paquete rocoso específico que debió de haberse formado bajo ciertas condiciones de sedimentación, idealmente debe reflejar procesos y/o condiciones particulares dentro de un ambiente de depósito (Reading, 1996), de tal forma que,

determinando una serie de litofacies y asociándolas entre sí al llevar a cabo su análisis, podemos interpretar con mayor certidumbre dicho ambiente.

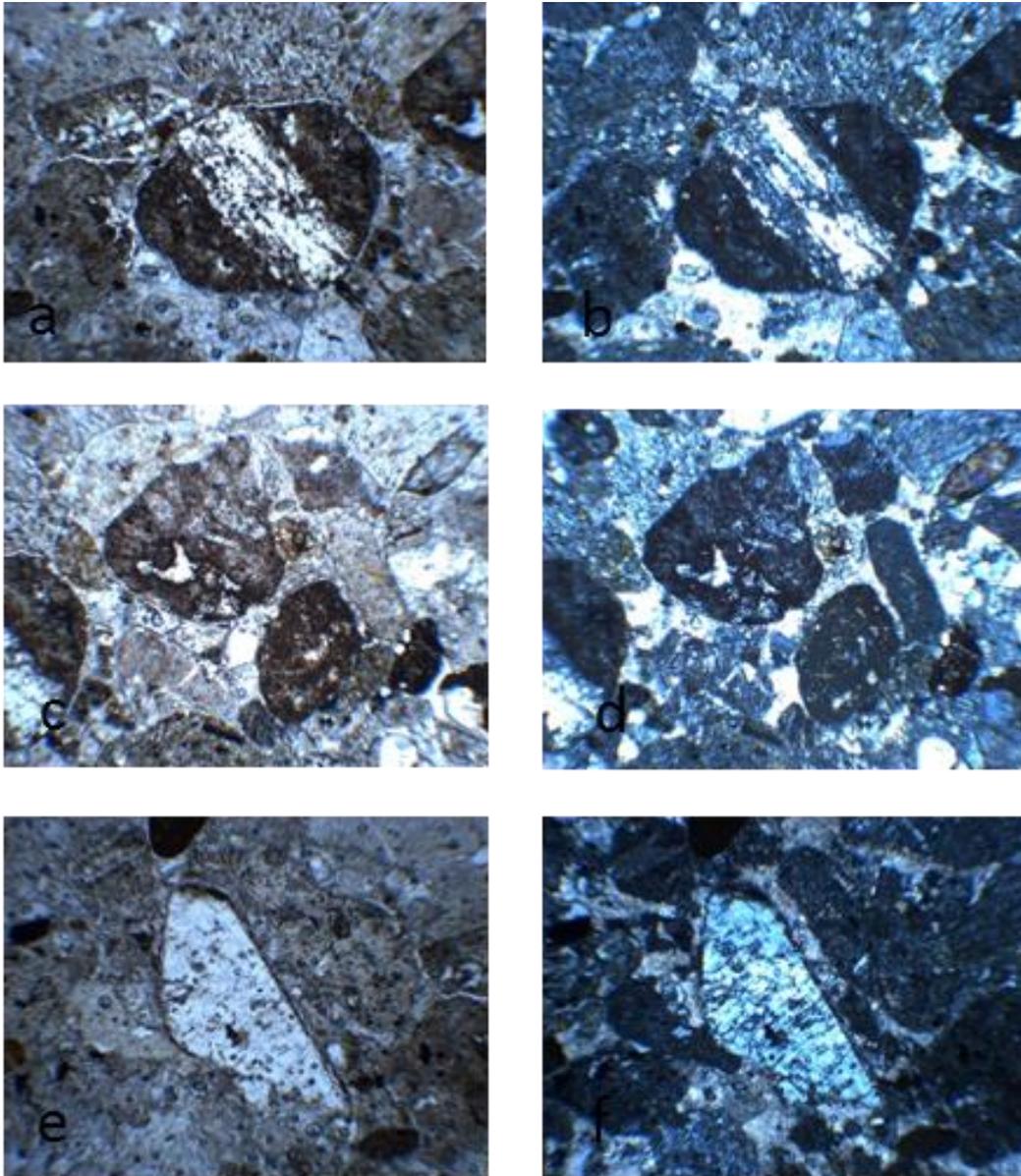


Imagen 12. Petrografía de la muestra BA01. a, c y e luz natural; b, d y f nícoles cruzados. Las fotografías muestran principalmente la clasificación moderada de la arenisca, así como los fragmentos de roca volcánica. El grano principal en e y f tiene un eje mayor de 2 mm. Tomada con el aumento de 4X

Se tomó como base el sistema de códigos para identificar las distintas facies que se pueden generar dentro de los sistemas fluviales que fue propuesto por Miall (1996), el cual fue ligeramente modificado. El funcionamiento de este sistema se basa en un código compuesto por 2 o 3 letras, en donde:

- la letra mayúscula (G = grava, S = arena, F = facies finas, incluyendo arena muy fina, limo y fango) indica el tamaño de grano dominante, incluyendo la letra P que indica características de formación pedogenética. Y
- la letra minúscula acompañante caracteriza la textura o estructura de las litofacies

Para el desarrollo de este trabajo de litofacies se escogió un afloramiento continuo que se localiza en las inmediaciones del poblado de Arizpe, en un corte con orientación NE-SW a lo largo de la carretera estatal No. 89 (Imagen 13).



Imagen 13. Fotografía compuesta del afloramiento de la Formación Báucarit donde se llevó a cabo la determinación del esquema de litofacies y su análisis. Viendo al NW

Con base a las dos secciones verticales mostradas en la Imagen 14 (1 y 2) se definió un esquema de seis litofacies para este afloramiento:

Litofacies Gh

Ortoconglomerados de guijarros a guijas pequeñas, moderadamente a mal clasificados en una matriz de arenisca de grano grueso, clastos de sub-redondeados a sub-angulosos con una incipiente imbricación de clastos y estratificación tabular de mediana a gruesa. Esta litofacies se interpreta como depósitos de barras longitudinales.

Litofacies Gl

Paraconglomerados de gránulos a guijarros, moderadamente a bien clasificados en matriz de arenisca gruesa con clastos sub-redondeados y estratificación lenticular. Esta litofacies se interpreta como depósitos de canales menores.

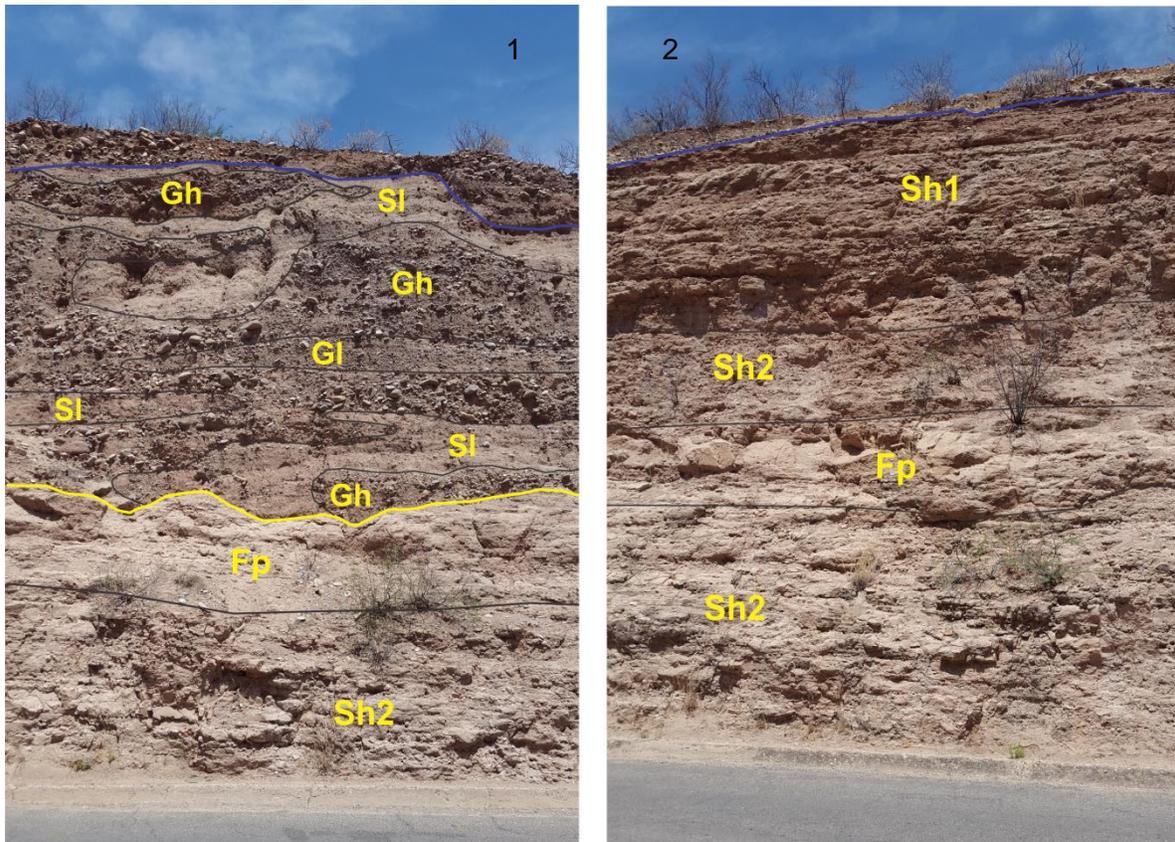


Imagen 14. Secciones verticales utilizadas para identificar las diferentes litofacies presentes en el afloramiento

Litofacies Sl

Areniscas de grano grueso a conglomeráticas (gránulos a guijarros) color pardo medio a oscuro con estratificación lenticular. Esta litofacies se interpreta como depósitos Barras transversales.

Litofacies Sh1

Areniscas de grano medio a grueso en estratos tabulares de delgados a medios, color pardo, y con la presencia local de estratificación cruzada. Esta litofacies se interpreta como depósitos superficiales de barras transversales.

Litofacies Sh2

Areniscas de grano medio a fino en estratos delgados de color pardo claro. Localmente se presentan laminaciones en areniscas de grano fino. Esta litofacies se interpreta como depósitos gruesos de planicie de inundación.

Litofacies Fp

Areniscas de grano fino a limolitas en estratos tabulares medianos de color pardo claro. Localmente se tienen laminaciones. Esta litofacies se interpreta como depósitos finos de planicie de inundación.

En la Imagen 14 se puede observar claramente que estas litofacies presentan dos asociaciones bien definidas separadas éstas por una superficie de erosión interna (línea amarilla). Por un lado, están asociadas las litofacies Gh, G1 y S1, mientras que por el otro están Sh1, Sh2 y Fp. Esta asociación de litofacies y su separación a partir de una superficie de erosión interna, es mejor identificada al mostrar todo el afloramiento estudiado.

Lo anterior permite proponer que esta porción de la Formación Báucarit fue depositada en un sistema fluvial trenzado (Imagen 15 y Figura 2), y en este afloramiento en particular, se tiene un sistema de barras transversales y longitudinales que se superponen a una planicie de inundación por efectos probablemente del proceso de avulsión.

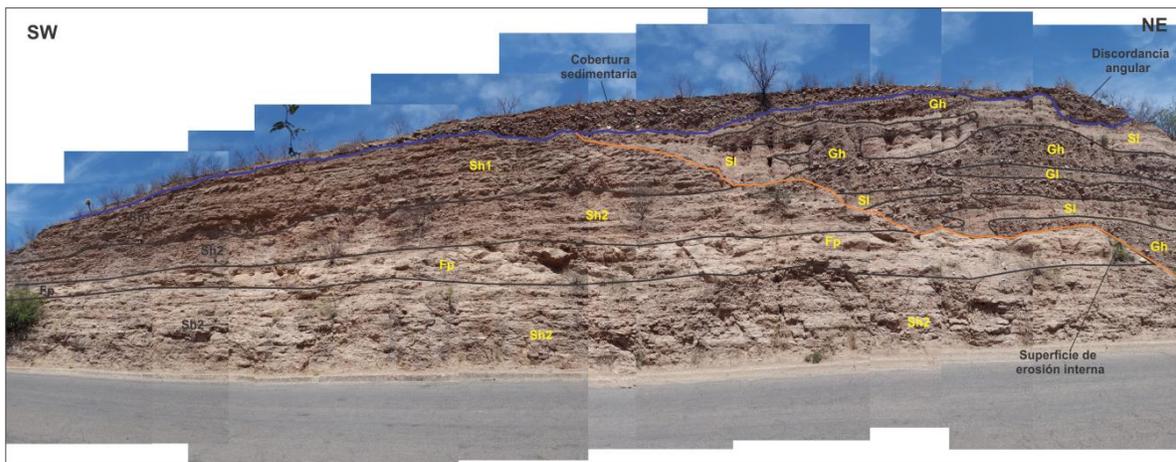


Imagen 15. Fotografía compuesta del afloramiento de la Formación Báucarit estudiado, donde se muestra la asociación de facies obtenida

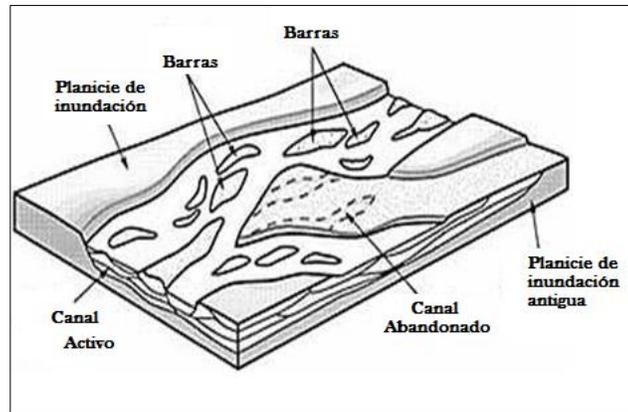


Figura 2. Representación esquemática de un sistema fluvial trenzado como el interpretado a partir de la interpretación de la asociación de facies

5. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Como parte de este trabajo, y con el propósito de identificar las características resistivas de la Formación Báucarit en el subsuelo, se interpretaron los datos y perfiles obtenidos de una serie de sondeos electromagnéticos transitorios (TEM, por sus siglas en inglés) y tomografías eléctricas resistivas, los cuales fueron realizados durante la prospección hidrogeológica para la localización de sitios de perforación de pozos por el Fideicomiso Río Sonora.

5.1. Sondeos eléctricos transitorios

El principio físico que rige al sondeo electromagnético transitorio es a través de relajación o transición los cuales se llevan a cabo en la superficie del terreno, cuando en este se elimina o anula un campo artificial inducido.

La metodología que se realiza para la adquisición de los datos de campo, es la de medir la amplitud de una señal transmitida con respecto del tiempo. Consiste en hacer circular una corriente constante sobre la superficie del terreno, generada por una bobina, la cual se considera como la unidad transmisora durante un tiempo determinado; ésta a su vez genera un campo magnético primario para después cortarse abruptamente, por lo que este corte repentino de la corriente ocasiona la interrupción del campo magnético primario lo que satisface la Ley de Faraday, la inducción electromagnética de corrientes eléctricas en el subsuelo (Figura 3).

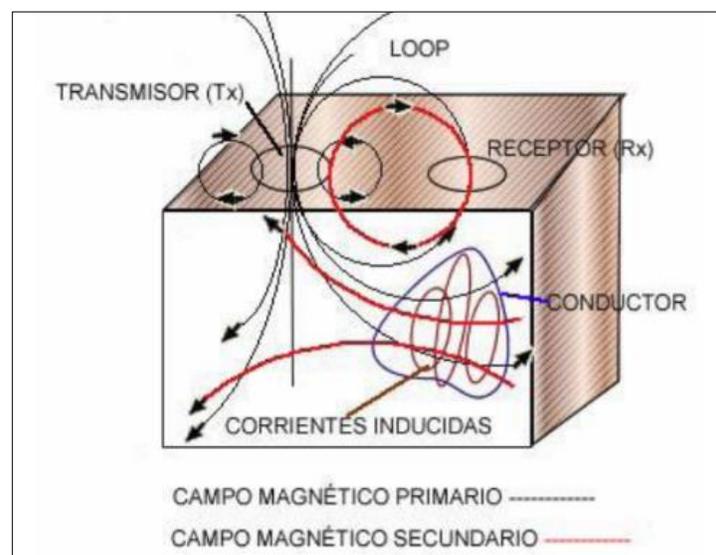


Figura 3. Fenómeno de inducción en el sondeo transitorio

Las corrientes eléctricas que se encuentran en el subsuelo fluyen en trayectorias cerradas y se conocen como corriente de Eddie, las cuales migran a profundidad y lateralmente, cuya intensidad disminuye al pasar el tiempo, la cual produce un campo magnético secundario transitorio. Este campo secundario produce un voltaje variable en el receptor, donde la forma del decaimiento de este voltaje contiene información sobre la resistividad en el subsuelo; esto debido a que la magnitud y distribución de las corrientes inducidas dependen de la resistividad que presente el subsuelo. La forma de las corrientes de migrar a profundidad se utiliza como control de profundidad lo que significa que cuando se tienen voltajes de tiempos cortos estos dan información de las resistividades someras, mientras que los tiempos largos dan información de resistividades en zonas profunda (Figura 4).

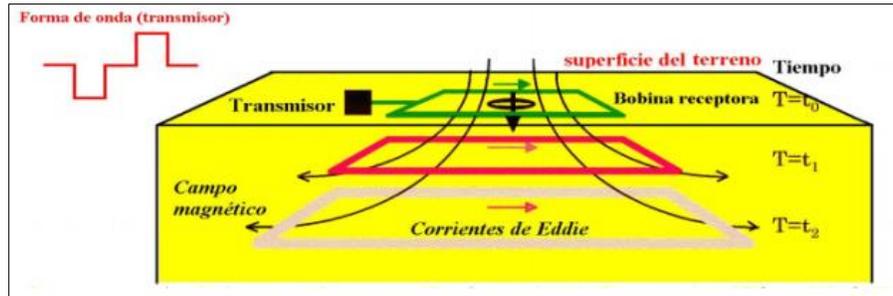


Figura 4. Generación del campo magnético y las corrientes de Eddie

Al ejecutar la metodología sobre la superficie del terreno, como se menciona en párrafos anteriores, la señal que se emite sobre el terreno es de tipo escalón; consiste en la circulación de una corriente constante durante un tiempo determinado y la cual se corta abruptamente; donde se aplica posteriormente un tiempo de espera equivalente al utilizado al envío de la corriente, lo que genera una señal tipo rampa en los extremos, para que tiempo después se vuelva a introducir la misma corriente solo que con una polaridad invertida; esto forma la señal de tipo escalón, haciendo sencillo su manejo (Figura 5).

5.1.1. Equipo utilizado

El equipo utilizado fue un receptor y transmisor marca Zonge, el cual tiene capacidad de filtrar señales de interferencia electromagnética no deseable en los datos. Capacidad de lecturas en el rango de frecuencias desde 8k hasta las muy bajas y puede ser utilizado para métodos eléctricos y electromagnéticos. Transmisor marca Zonge Modelo GGT-3 de 3kw

de potencia y con capacidad de inyectar hasta 20 amperes de corriente en la modalidad In Loop (Imagen 16).

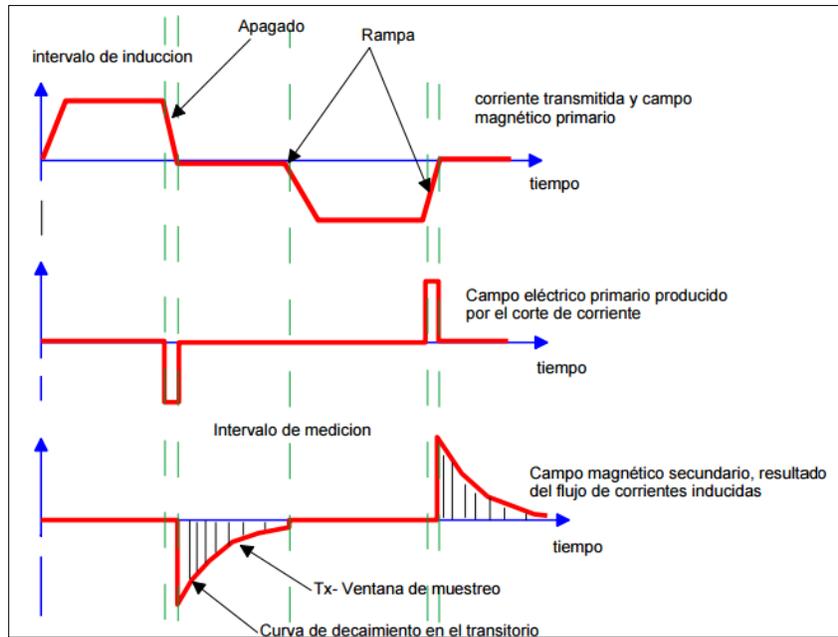


Figura 5. Forma de la corriente inyectada en la bobina transmisora



Imagen 16. Zonge Modelo GGT-3

Accesorios:

- 2 Brújulas marca Brunton.
- 2 GPS marca Garmin.
- Radios Portátiles.

5.1.2. Metodología de trabajo

Para el desarrollo de los TEM se tendió una espira cuadrática de 100 x 100 metros, con la finalidad de obtener información del subsuelo mayor a los 350 metros (1148 ft) de profundidad. Se optó por emplear la modalidad *in loop* y *fixed Loop* para así poder obtener una sección geoelectrica a detalle que pueda darnos información de la variación lateral y vertical de los materiales constituyentes en la zona de perforación. El rango de frecuencia de lectura fue de 32 Hz inyectando una corriente de 5 amperes.

5.1.3. Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos consistió en el análisis de calidad de la información colectada en campo, examinando las curvas de decaimiento de voltaje y de resistividad aparente contra profundidad de investigación para cada estación. Posteriormente se realizaron gráficos para cada una de las frecuencias, las cuales en este caso fueron 16 y 32 Hz. Se seleccionó la frecuencia de mejor respuesta y de menor interferencia con ruido cultural. Estos pasos son realizados mediante software especializado tal como WingLink e IX1d.

La interpretación de los TEM consiste en la inversión de las curvas de resistividad aparente para obtener las resistividades reales y los espesores de las capas de los estratos del subsuelo para así, identificar la variación vertical del terreno. El método de inversión asume un modelo estratificado. La medición de varios TEM a lo largo de un perfil define la variación lateral de las características geoelectrica. Estos pasos fueron realizados en el software arriba mencionado y consistió en generar un modelo teórico con x número de capas que se ajuste apropiadamente a una curva de valores observados (resistividad y voltaje). Los resultados de la interpretación cuantitativa de los TEM's permitió determinar las características resistivas y espesores de la litología y/o sedimentos en el subsuelo.

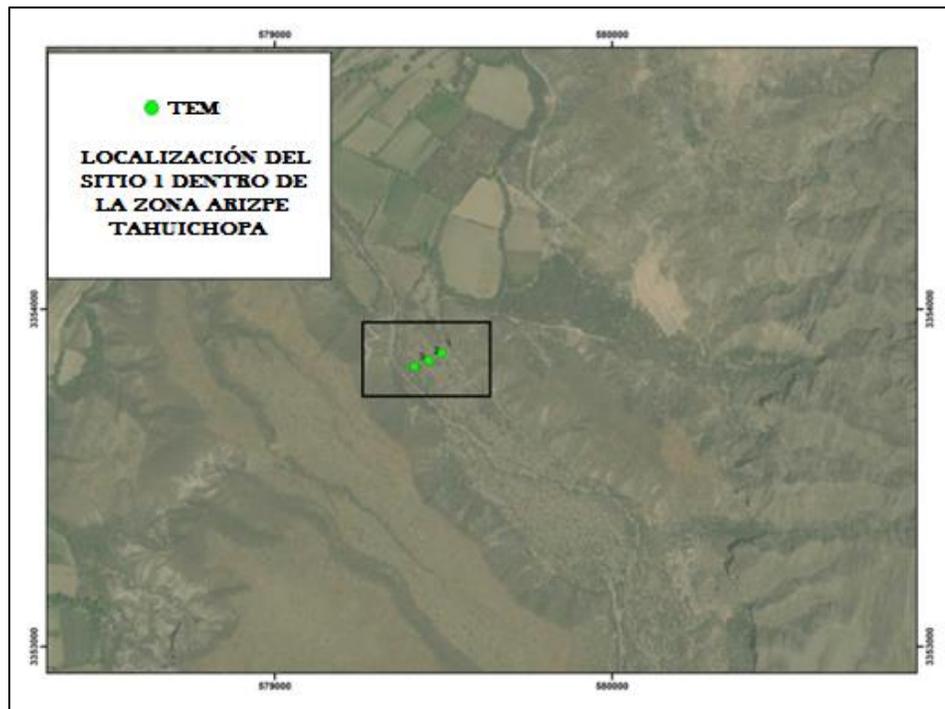
5.1.4. Resultados

Es importante tener en cuenta que al momento de llevar a cabo la interpretación de los TEM, estos siempre deben ser considerados como una herramienta complementaria al conocimiento geológico que se tiene del área de estudio, y que dichas interpretaciones pueden tener mayor certidumbre si se cuenta con barrenos paramétricos o registros litológicos que se hayan realizado previamente o al momento de nuestra exploración.

Para efectos de mostrar los resultados de este levantamiento geofísico, se presentan diferentes secciones resistivas obtenidas para cada una de las zonas estudiadas.

Zona Arizpe-Tahuichopa

Dentro de esta zona se analizaron 2 sitios. En primero está localizado a 2.5 km al suroeste del poblado de Arizpe (Plano 4), y con base en 3 TEM se desarrolló una sección resistiva del subsuelo (Figura 7). La espira utilizada fue de 100 m por lado, se aplicó una corriente de 5 amp., y una frecuencia de 16 y 32 Hz.



Plano 4. Localización de los TEM tomados en el primer sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa

Con base en la sección resistiva se tiene una primera capa sub-superficial con valores de 33 a 31 $\Omega \cdot m$ que se extiende a una profundidad de entre 20 y 50 m. Por las características geológicas de la ubicación de la sección, y por los valores resistivos que determinan esta capa, se interpretan como sedimentos detríticos no consolidados ni saturados de origen aluvial del tamaño de las gravas y arenas gruesas, que favorecen la recarga vertical producto de los escurrimientos hacia la zona saturada.

Una disminución marcada a mayor profundidad de los valores de resistividad eléctrica de entre 13 y 16 $\Omega \cdot m$, marca una segunda capa resistiva; esto sugiere una gradación de una sedimentación gruesa a sedimentos más finos y/o saturados con agua subterránea. Esta capa presenta un espesor entre 40 y 50 m, y de acuerdo a los valores de resistividad que se presentan, se infiere que presenta posibilidades acuíferas favorables.

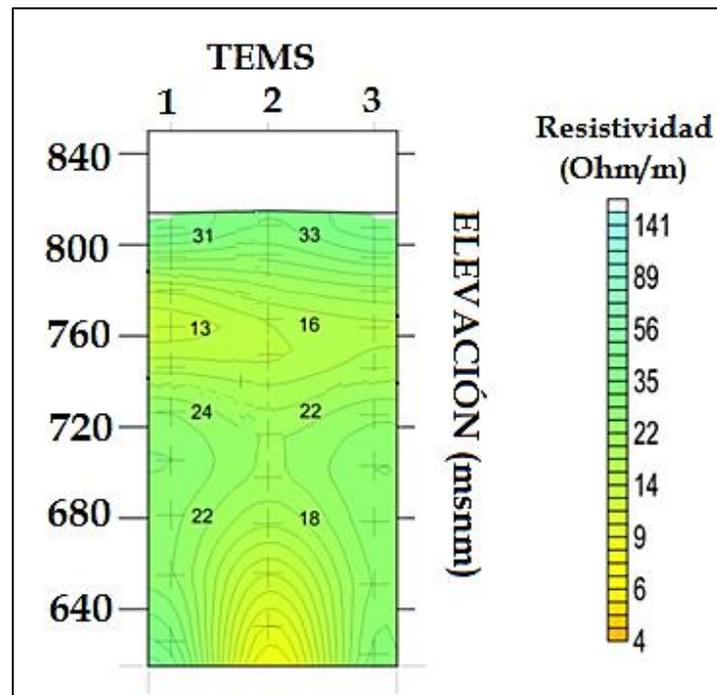
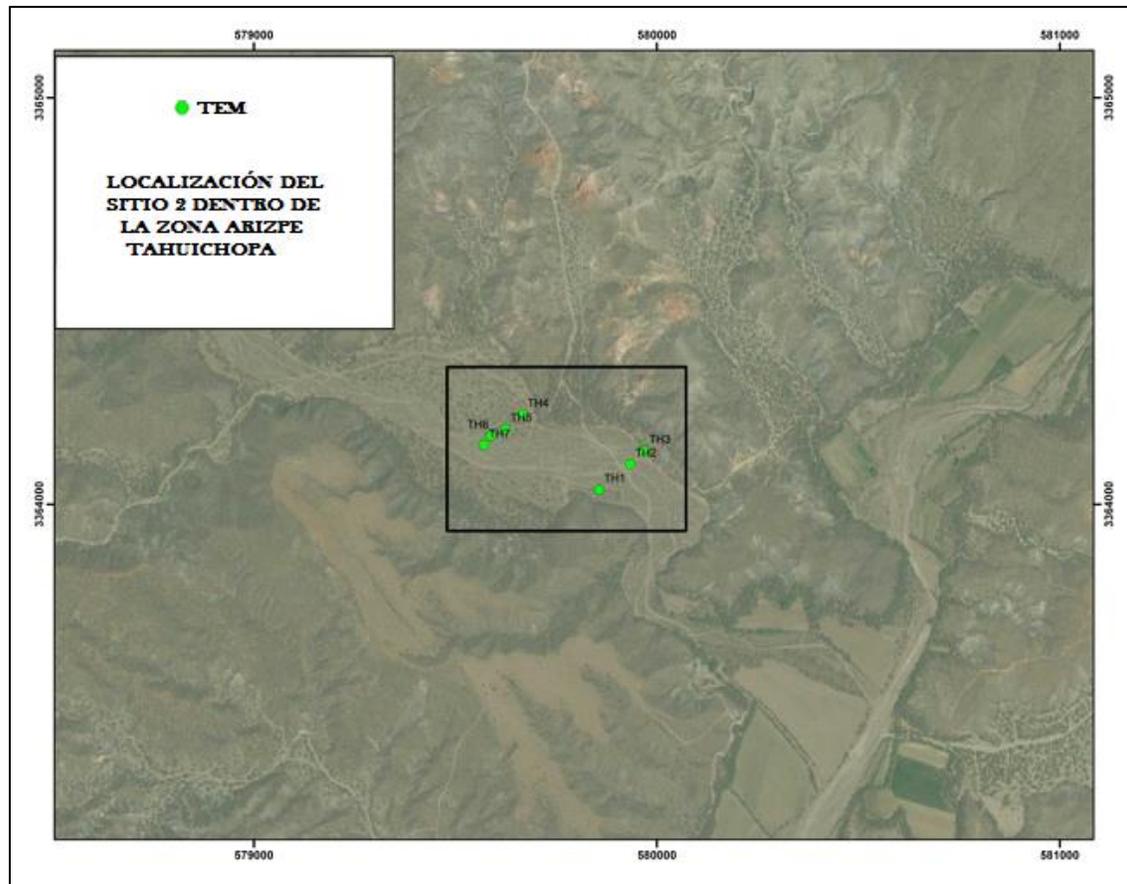


Figura 6. Sección resistiva obtenida para el primer sitio en la zona Arizpe-Tahuichopa

En la base de la sección se tiene la capa resistiva de mayor espesor y poca variación vertical, con un rango entre los 24 y 18 $\Omega \cdot m$. La profundidad a la que se encuentra esta capa, y la estratigrafía del lugar, hacen interpretar que esta capa litológicamente corresponde a sedimentos medianos semi-consolidados y eventualmente indique la presencia de la Formación Báucarit en el subsuelo.

El segundo sitio dentro de esta zona se localiza a unos 3.5 km al norte del poblado de Tahuichopa (Plano 5), y también con base en 3 TEM se desarrolló una sección resistiva del subsuelo (Figura 7). La espira utilizada fue de 50 m por lado, se aplicó una corriente de 5 amp., y una frecuencia de 16 y 32 Hz.



Plano 5. Localización de los TEM tomados en el segundo sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa

Los valores resistivos mostrados en la sección permitieron determinar sólo 2 capas resistivas. La más superficial presenta un rango de resistividades promedio de entre 31 y 20 $\Omega \cdot m$ y tiene un espesor de unos 70 m., interpretándose ésta como la porción gruesa de la Báucarit. La segunda unidad presenta resistividades muy altas, las cuales están en un rango de 73 y hasta 422 $\Omega \cdot m$, representando seguramente a un macizo rocoso compacto.

La interpretación de las características resistivas de esta zona permite caracterizar geoelectricamente a la porción gruesa de la Fm. Báucarit con un rango de valores de resistividad mayores a 20 $\Omega \cdot m$ y hasta 31 $\Omega \cdot m$; mientras que la porción fina presenta valores menores a los 20 $\Omega \cdot m$. En el segundo sitio, el basamento rocoso está representado por resistividades que sugieren la presencia de la secuencia volcánica cretácico-terciaria que aflora en las inmediaciones del sitio y/o de las rocas volcánicas que se intercalan con la Báucarit en la región.

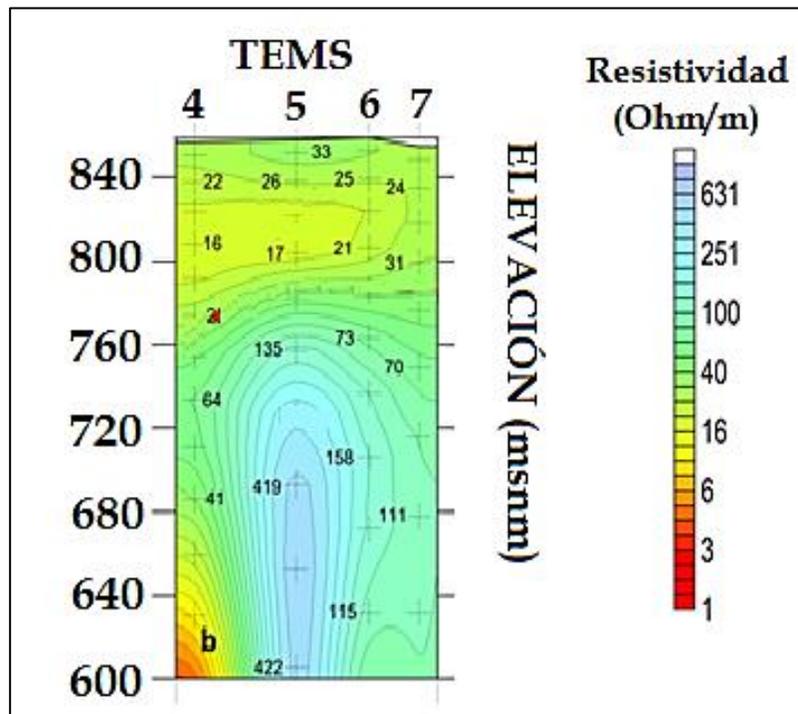


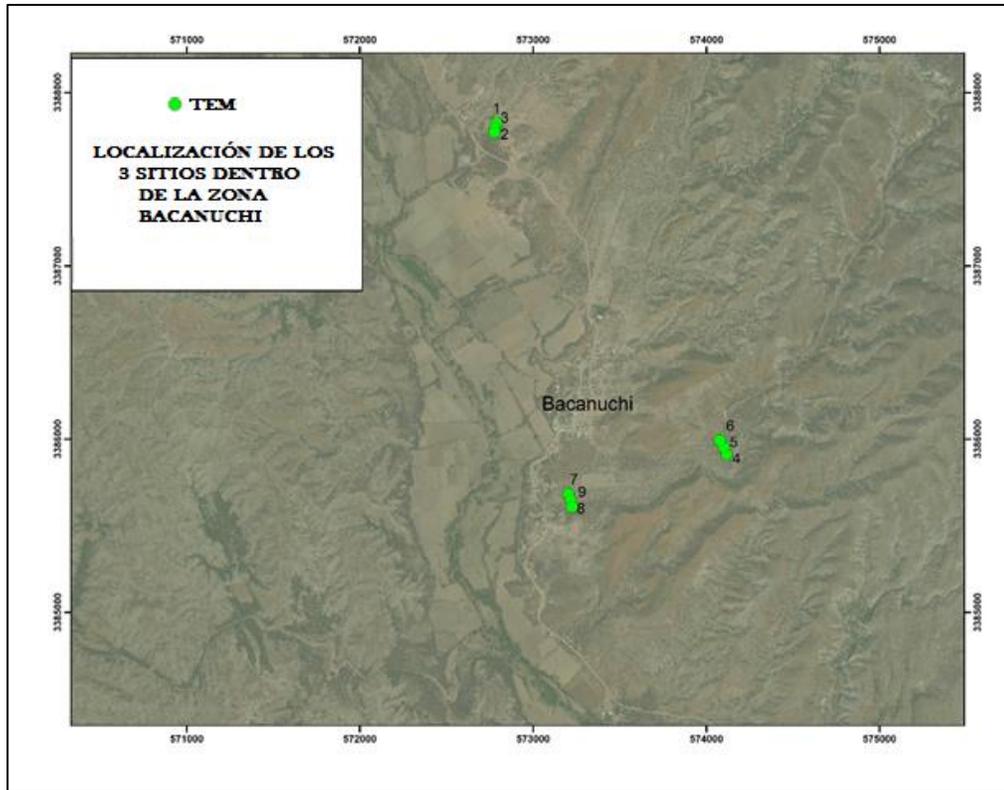
Figura 7. Sección resistiva obtenida para el primer sitio en la zona Arizpe-Tahuichopa

Zona Bacanuchi

Dentro de esta zona se analizaron tres sitios, los cuales se encuentran localizados en las inmediaciones del poblado de Bacanuchi, denominadas Rancho Cosme al norte, y Pueblo y Basurón al sur (plano 6).

Las secciones resistivas del subsuelo estudiadas en los 3 sitios fueron desarrolladas a partir de 3 TEM que se tomaron con una espira de 50 m por lado, aplicando una corriente de 3 Amp., y a una frecuencia de 16 y 32 Hrz.

En la sección Rancho Cosme, los valores de resistividad eléctrica oscilan entre 8 y 3 $\Omega \cdot m$ manteniéndose a profundidad a lo largo de la sección, lo que representa una sola capa resistiva con un espesor de más de 200 m (Figura 9). Estas resistividades representan claramente sedimentos finos, que por el espesor del relleno superficial, se consideran como la porción fina de la Fm. Báucarit



Plano 6. Localización de los TEM tomados en los 3 sitios de la zona Bacanuchi

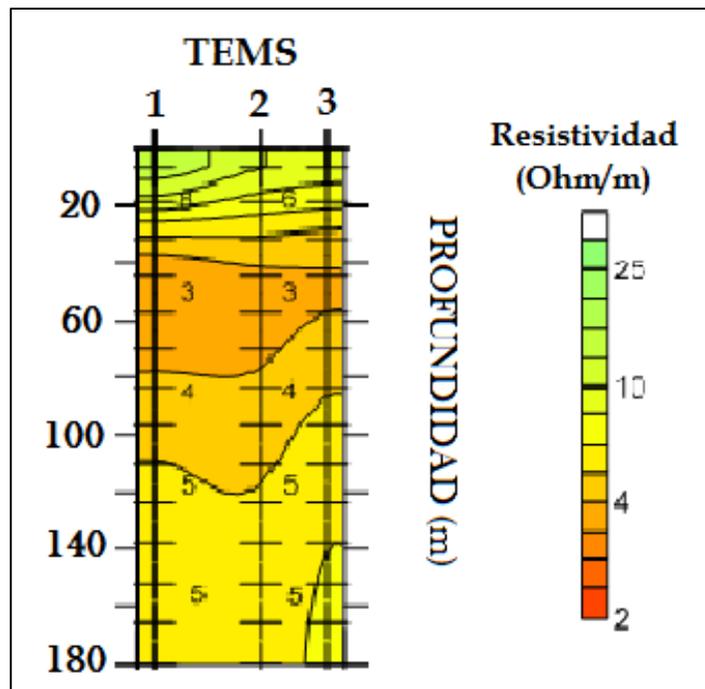


Figura 8. Sección resistiva Rancho Cosme en la zona Bacanuchi

Los valores de resistividad de la sección Pueblo (Figura 10) muestran un subsuelo que puede ser dividido en 3 capas resistivas. La más superficial tiene un rango de valores entre 17 y 35 $\Omega \cdot m$, que debido a la ubicación de los TEM en el paso de una corriente superficial, se infieren que representan sedimentos detríticos producto del acarreo de tamaño de las gravillas a arenas gruesas. La segunda capa a profundidad presenta resistividades entre 10 y 8 $\Omega \cdot m$ con un espesor aproximado de 60 m, caracterizando sedimentos finos del tamaño de los limos y arcillas, lo cual refleja de manera clara la superficie topográfica en el subsuelo de los lomeríos conglomeráticos adyacentes al valle, los cuales están constituidos principalmente por sedimentos de estas granulometrías. La capa basal de esta sección que tiene un espesor de casi 40 m, está caracterizada por valores resistivos entre los 17 y 25 $\Omega \cdot m$, y probablemente corresponda a la secuencia areno-limolítica superior de la Formación Báucarit en esta zona.

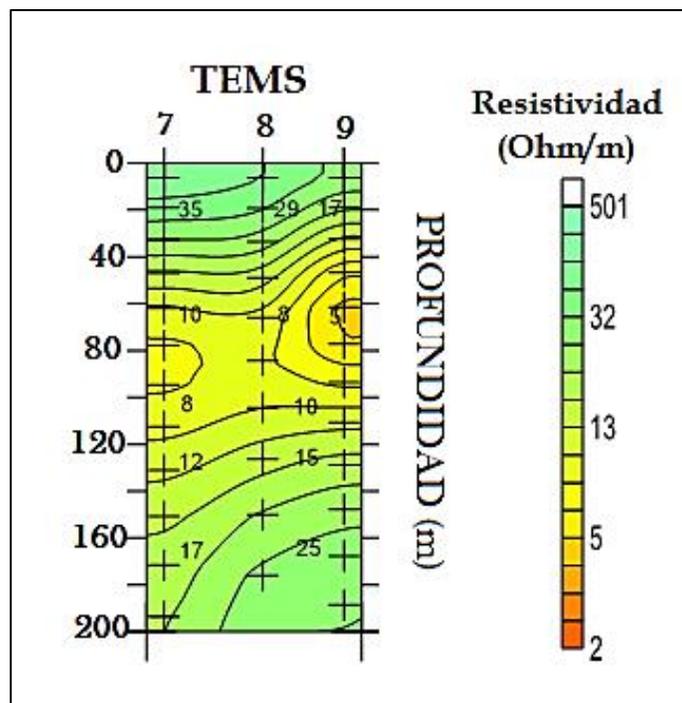


Figura 9. Sección resistiva Pueblo en la zona Bacanuchi

En general, la sección Basurón presenta valores resistivos más altos en el subsuelo que las dos anteriores (Figura 11). En esta sección se pueden identificar 2 capas resistivas, la más superficial presenta un rango de resistividades de entre 19 y 26 $\Omega \cdot m$, y debido a la litología que aflora en el sitio del levantamiento, ésta debe corresponder a la porción areno-

limolítica de la Formación Báucarit en la zona. El resto del espesor de investigación en esta sección está dominado por una capa resistiva que presenta un rango entre 30 y 70 $\Omega \cdot m$, interpretándose para ésta, la porción areno-conglomerática de la Báucarit.

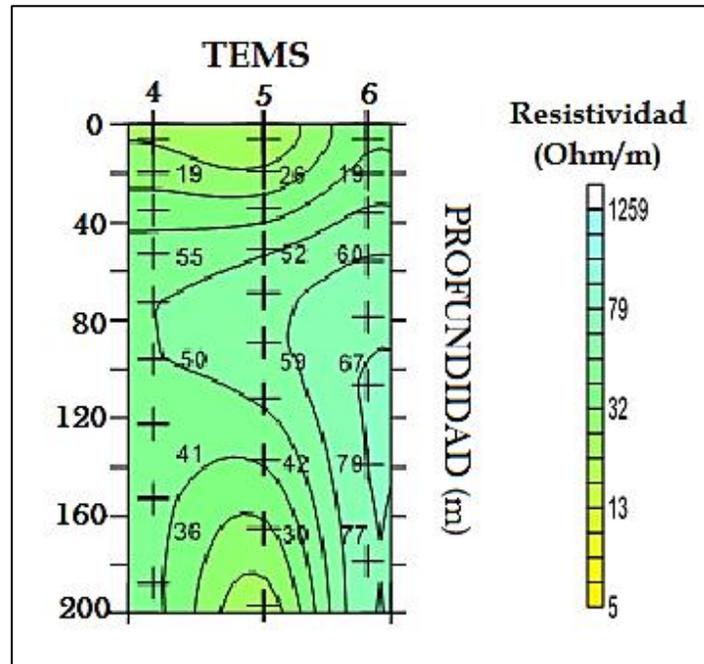


Figura 10. Sección resistiva Pueblo en la zona Bacanuchi

La interpretación geoelectrica de las características resistivas de esta zona, al menos en los sitios al sur del poblado de Bacanuchi (Pueblo y Basurón), sugiere que la porción areno-conglomerática de la Formación Báucarit está caracterizada por un rango de resistividad de 30 a 70 $\Omega \cdot m$, mientras que la porción areno-limolítica presenta resistividades entre 19 y 26 $\Omega \cdot m$.

5.2. Tomografía eléctrica resistiva (TER)

La tomografía eléctrica resistiva aunque utiliza el mismo principio físico que el sondeo eléctrico vertical (SEV), proporciona una imagen muy detallada del subsuelo, ya que los electrodos suelen colocarse más juntos. Los datos de campo obtenidos son resistividades del terreno situadas en una malla geométrica, las cuales se invierten para obtener el perfil de resistividad real del terreno.

Para la realización de las tomografías eléctricas se utilizan configuraciones diversas dependiendo de las características geológicas, como es el arreglo Wenner, Schlumberger,

dipolo-dipolo, etc. Para esto, se colocaron cadenas de electrodos inteligentes equidistantes a cinco metros cada uno a lo largo de la línea de estudio, es importante recalcar que la profundidad de investigación máxima de las tomografías dependerá directamente de la longitud de espaciamiento entre el primero y el último electrodo (Figura 12).

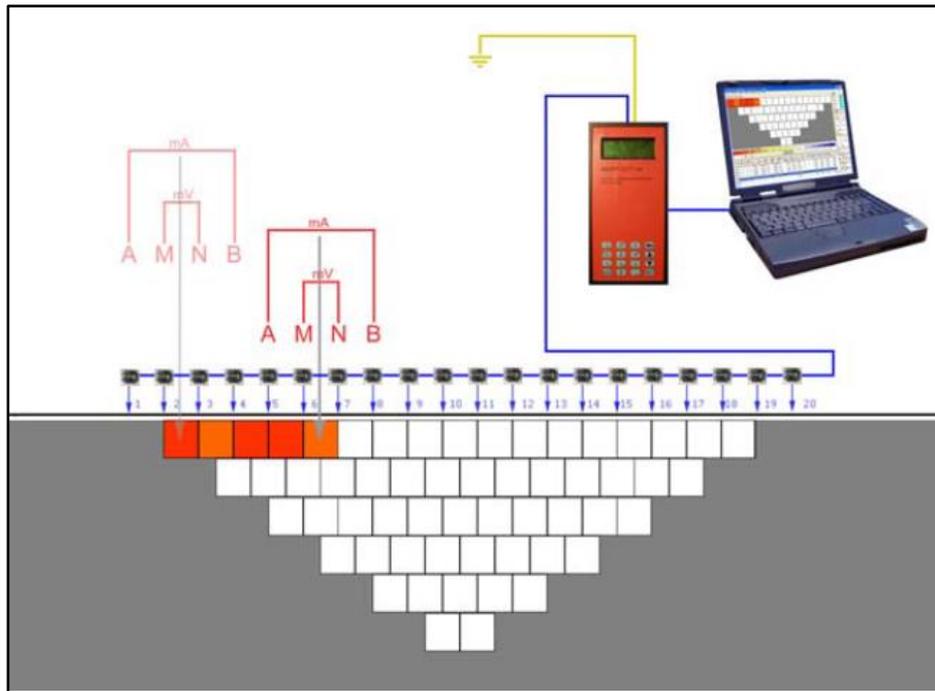


Figura 11. Relación esquemática del equipo para la tomografía eléctrica resistiva

Con los datos obtenidos se lleva a cabo el proceso de inversión para obtener una imagen de la línea de sección mejor definida. Esta inversión determinará las propiedades resistivas que se presentan para los diferentes materiales. Todo método de inversión procura determinar un “modelo idealizado” del subsuelo que esté de acuerdo con los parámetros medidos y sujeto a ciertas restricciones. La relación matemática que determina la diferencia entre los parámetros medidos y los calculados está dada por la aproximación a mínimos cuadrados. La variación de la topografía introduce un error en el valor de la resistividad aparente, el cual es pertinente tomarlo en cuenta ya que altera el modelo real o inverso.

5.2.1. Equipo utilizado

Para los estudios se utiliza el resistímetro 4point light hp, un instrumento de alta precisión para la determinación de la resistividad de la tierra. Este produce corrientes de

salida constante, independientemente de la resistencia de contraste de los electrodos. Esto es posible dentro del límite máximo de voltaje de salida del instrumento que es aproximadamente 380 V, pico a pico.

El medidor es un instrumento de corriente alterna, esto significa, que la corriente de salida cambia de positivo a negativo con frecuencias seleccionables entre 0,26 y 30 Hz.

Utilizando una frecuencia de 4.16 ó 5 Hz, se obtienen buenos resultados entre la adquisición rápida de los datos y la baja diafonía capacitiva/inductiva entre los cables del receptor y transmisor. Por otro lado, el receptor del instrumento es altamente selectivo con los voltajes registrados y sólo aplica a la frecuencia ajustada. Sin embargo, el ruido frecuente en las mediciones, generado por interferencia magnética, viento y lluvia, se degradará la calidad de la medición. Por tal motivo, se trata de evitar cualquier tipo de inestabilidad mecánica en los electrodos de potencial (M y N), como el sacudimiento de los electrodos receptores el cual genera ruidos muy altos, especialmente a los vientos fuertes. Para una mejor supresión de ruido, con el equipo 4point light hp grabamos varias muestras y promediamos esos valores, ya que al calcular el error sobre la base de varias mediciones se obtiene un buen promedio para de la calidad del registro.

5.2.2. Metodología de trabajo

Las TER realizadas dentro de las dos zonas estudiadas estuvieron compuestas de 40 electrodos inteligentes separados equidistantemente 5 m cada uno, para una distancia total de 200 m. Al realizar estas tomografías se logró alcanzar una profundidad de investigación en el terreno de aproximadamente 35 m en el área central del sondeo con el arreglo tipo Wenner, con lo cual se determinará la resistividad del subsuelo y se interpretarán las características del o los tipos de materiales presentes.

5.2.3. Inversión de datos obtenidos

Todo método de inversión procura determinar un “modelo idealizado” del subsuelo que esté de acuerdo con los parámetros medidos y que esté sujeto a ciertas restricciones.

En el método de inversión en dos dimensiones utilizado por el programa RES2DINV, los parámetros medidos son las resistividades aparentes, los parámetros calculados son las resistividades calculadas por el software a través de los elementos finitos y el modelo de resistividades reales producto de la inversión son los parámetros del modelo, el cual se acercará a la sección real del subsuelo en la medida en que los parámetros medidos y los calculados se asemejen.

La relación matemática que determina la diferencia entre los parámetros medidos y los calculados viene dada por la aproximación a mínimos cuadrados.

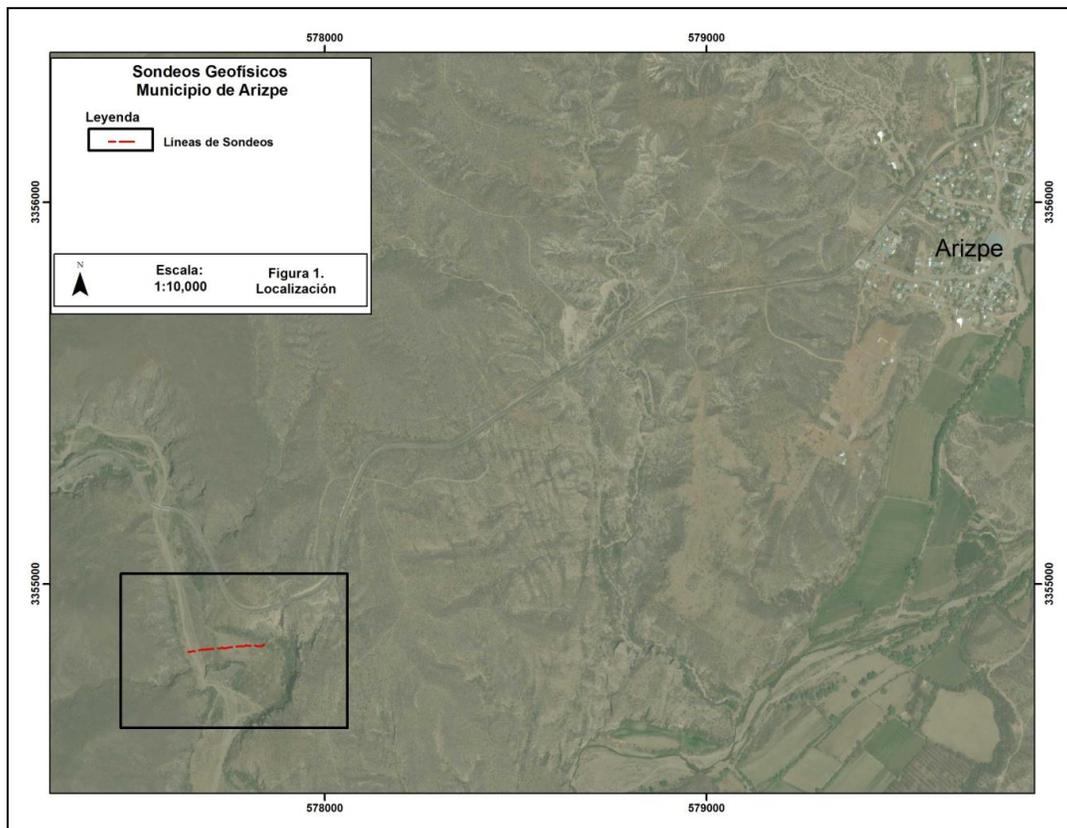
5.2.4. Resultados

Al igual que para interpretación geoelectrica de las secciones resistivas generadas por los TEM, en las secciones obtenidas por las TER, el conocimiento geológico local y regional es de suma importancia, principalmente la geología local, ya que la profundidad de investigación obtenida por este método geofísico es relativamente somera.

Para efectos de mostrar los resultados de las TER en el área de estudio, se presentan diferentes secciones resistivas obtenidas para cada una de las zonas estudiadas.

Zona Arizpe-Tahuichopa

Dentro de esta zona se realizó una TER en un solo sitio, el cual se localiza en las inmediaciones del poblado de Arizpe, a unos 3 Km al suroeste, sobre afloramientos de la Formación Báucarit (Plano 7).



Plano 7. Localización de la TER tomada en el sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa.

En esta TER se logró una profundidad de investigación máxima interpretada de 35 m en la porción central (Figura 13), logrando identificar 3 unidades resistivas.

En la primera unidad se considera con un rango de resistividad entre 15 y 32 $\Omega \cdot m$ y se identificó principalmente con forma lenticular a lo largo de toda la sección. Hacia la porción oeste se tienen dos de éstos alcanza un espesor de 8 m y una longitud de casi 20 m, mientras que el segundo apenas alcanza los 10 con un espesor de 4 m (Figura 16). Esta unidad en la porción central también se presenta en forma lenticular en la parte basal de la sección, ambos con un espesor de 5 m. En el límite oriental de la sección están presentes, el primero a 9 m de profundidad y un espesor de 6 m, y el segundo superficialmente con una longitud de unos 10 m. Las resistividades que identifican a esta unidad corresponden a materiales granulares de medianos a finos, que por las características del afloramiento, puede corresponder a una zona arenosa de la Fm. Báucarit (Unidad Geoeléctrica U1).

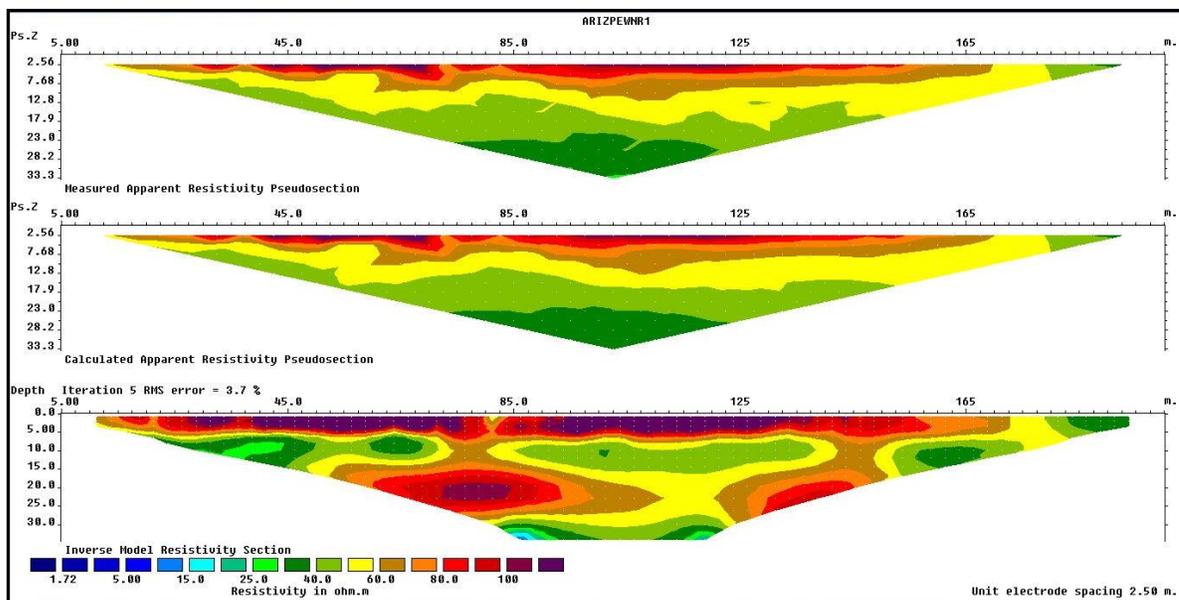


Figura 12. Sección resistiva obtenida de la TER tomada en el sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa

La segunda unidad presenta un rango de resistividad entre 40 y 90 $\Omega \cdot m$, y es la que se identificó con mayor distribución en el subsuelo de esta sección, alcanzando un espesor máximo de 25 m en la porción central. Dentro de esta unidad se presentan lentes de las otras unidades resistivas. Los valores medios a altos de resistividad para esta unidad caracterizan a formaciones granulares donde dominan los horizontes compactos y

cementados. Por su relación con los afloramientos, ésta interpreta como la porción arenoconglomerática de la Fm. Báucarit (Unidad Geoelectrica U2).

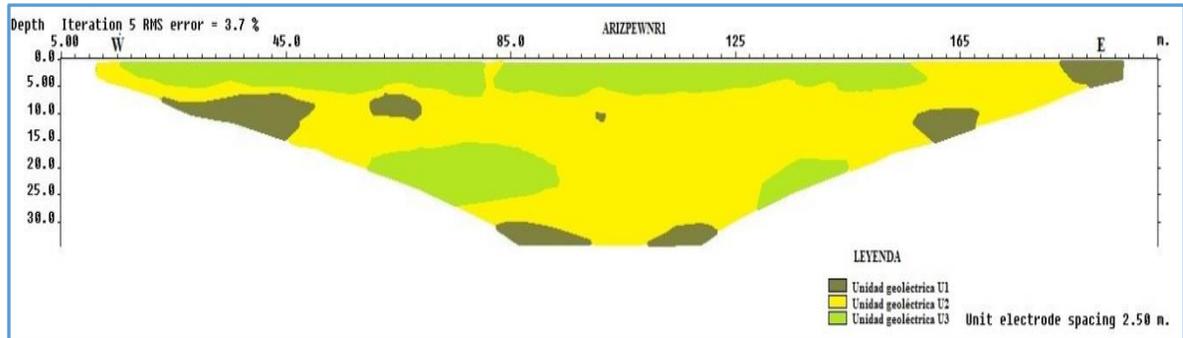


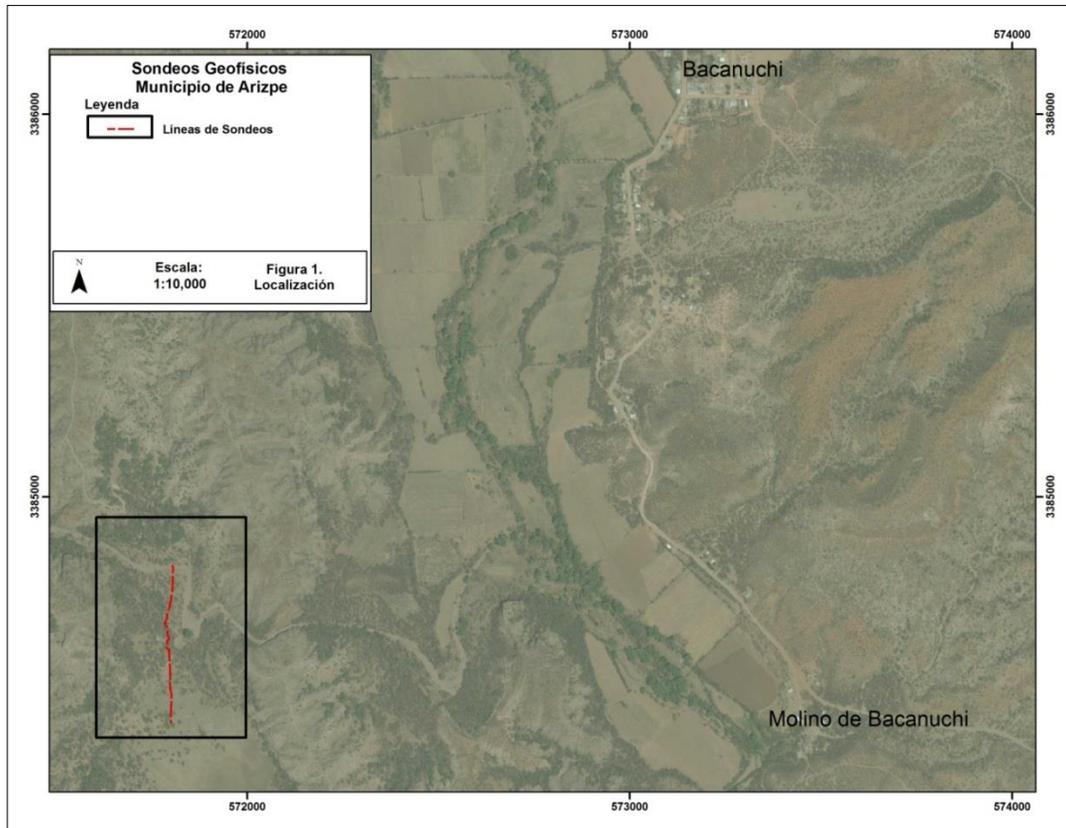
Figura 13. Sección geoelectrica obtenida de la TER tomada en el sitio de la zona Arizpe-Tahuichopa

La tercera unidad se identificó principalmente de manera sub-superficial en casi toda la sección (espesor de 5 m) y dos cuerpos lenticulares a profundidad, y está caracterizada por resistividades mayores a los $90 \Omega \cdot m$. El primero de los lentes está a unos 15 m de profundidad y con un espesor de 12 metros, mientras que el segundo se tiene a 18 metros de la superficie y con un espesor 9 m. Ya que esta unidad presenta resistividades en el modelo de inversión por arriba de los $90 \Omega \cdot m$, correspondiendo a materiales secos y/o compactos. Se considera que esta unidad representa la porción conglomerático-arenosa de la Fm. Báucarit (Unidad Geoelectrica U3).

Zona Bacanuchi

Dentro de esta zona se analizaron 3 sitios, los cuales se encuentran localizados en las inmediaciones del poblado de Bacanuchi, denominadas La Cieneguita, y Pueblo y Basurón al sur.

El sitio de la primera TER se localiza en las cercanías del poblado de Bacanuchi, a unos dos kilómetros aproximadamente al suroeste, en el área denominada La Cieneguita (Plano 8). La profundidad de investigación máxima en la sección resistiva generada fue 70 m aproximadamente (Figura 15), y donde a partir de la respuesta resistiva se determinaron 4 unidades resistivas.



Plano 8. Localización de la TER tomada en el sitio La Cieneguita de la zona Bacanuchi

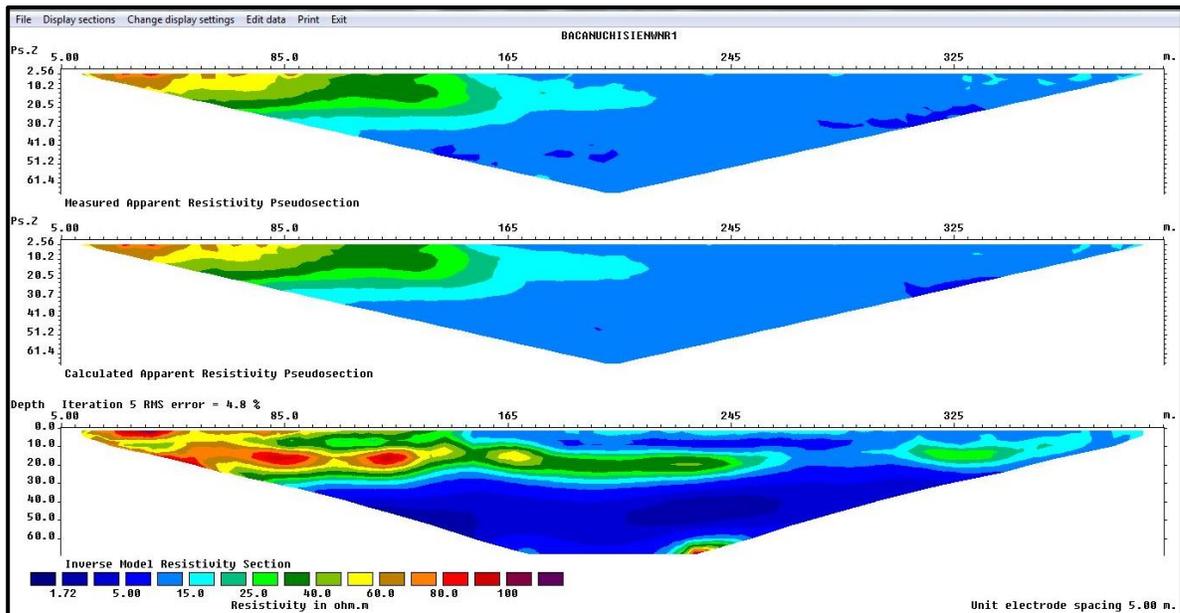


Figura 14. Sección resistiva obtenida de la TER tomada en el sitio La Cieneguita de la zona Bacanuchi

La primera unidad considerada se tiene con resistividades menores a los $11 \Omega \cdot m$, y se identificó en gran parte del subsuelo de este perfil, predominantemente de la porción media hacia el sur (Figura 16). Las resistividades bajas a muy bajas de esta unidad corresponden a materiales granulares muy finos a finos (limos, arcillas y arenas), y se consideran como parte de los sedimentos no consolidados Plio-cuaternarios (Unidad Geoeléctrica U1).

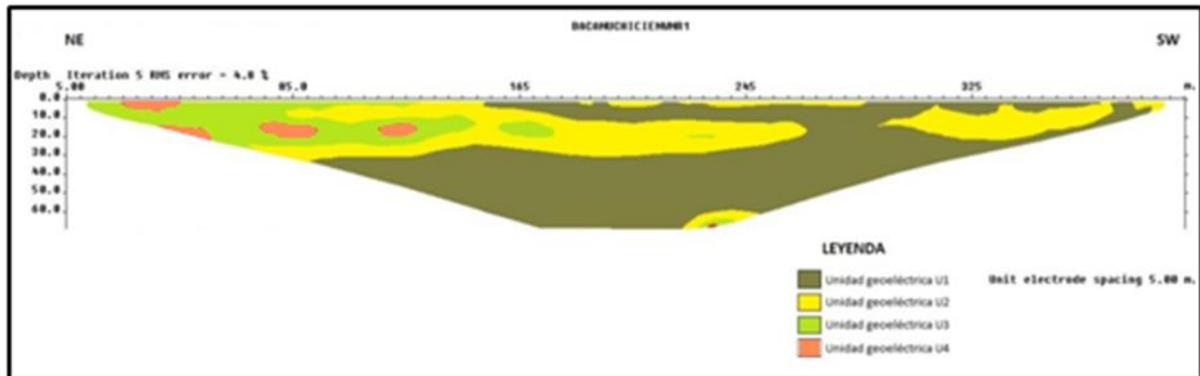


Figura 15. Sección geoelectrica obtenida de la TER tomada en el sitio La Cieneguita de la zona Bacanuchi

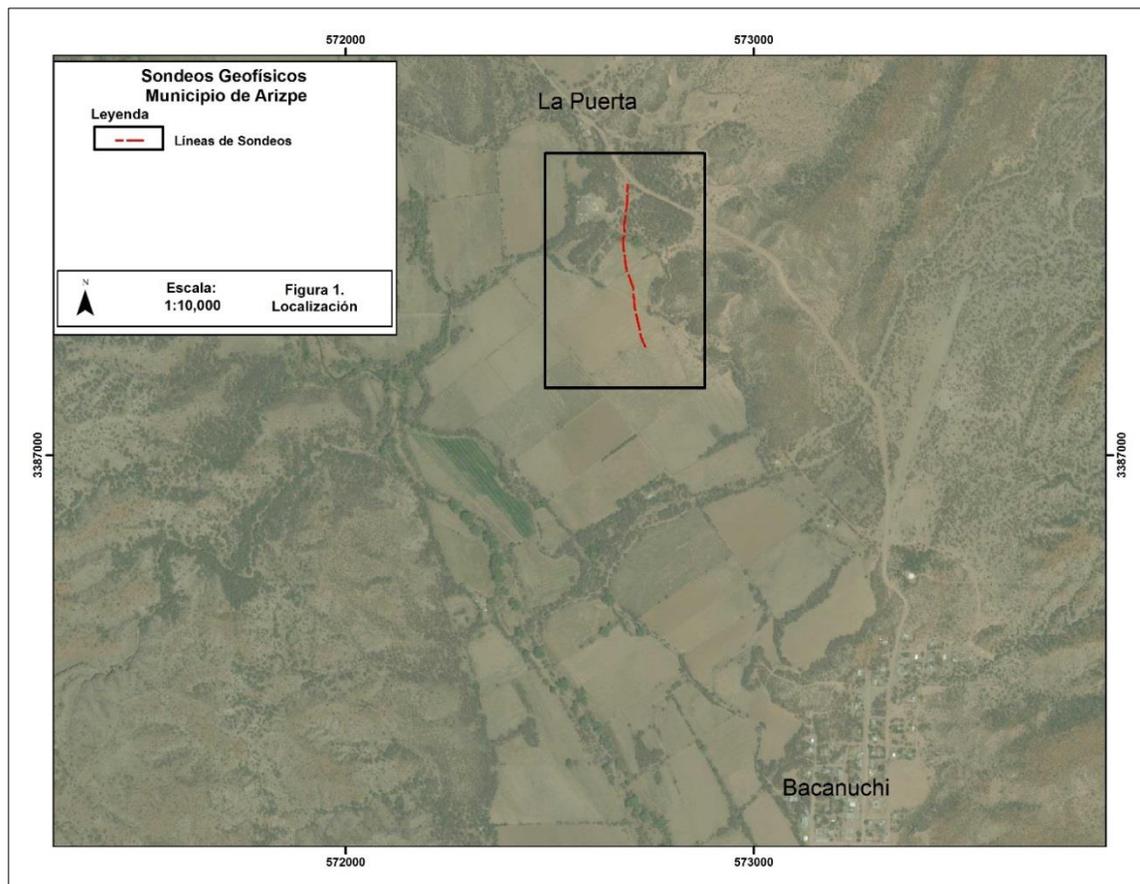
La segunda unidad está caracterizada por un rango de resistividades entre 15 y $35 \Omega \cdot m$, y se presenta principalmente desde los 153 hasta los 265 metros sobre la línea de sección con un espesor de máximo de casi 20 metros; hacia la porción suroeste de la sección, esta unidad se presenta como un cuerpo lenticular sub-superficial (0-4 m de profundidad de unos 40 de largo y 8 m de espesor. Las resistividades que presenta esta unidad se correlacionan con materiales granulares de medianos a finos (arenas y lodos) del relleno sedimentario Plio-cuaternario de la zona (Unidad Geoelectrica U2).

La tercera unidad se encuentra únicamente en la porción noreste de la sección con resistividades de entre 30 y $80 \Omega \cdot m$, donde inclusive se tienen aflorando litologías conglomeráticas de la Fm. Báucarit, A profundidad, esta unidad presenta un espesor de hasta 25 m, y lateralmente se comporta como una capa lenticular, mostrando una más superficialmente de hasta 3 m de espesor. Estos materiales caracterizan a la porción conglomerática-arenosa de la Fm. Báucarit y/o a esta unidad fracturada (Unidad Geoelectrica U3).

La cuarta unidad es identificada con valores resistivos mayores a los $80 \Omega \cdot m$, y se presenta como pequeños cuerpos lenticulares dentro de la unidad geoelectrica U3, con

espesores máximos de 8 m y hasta 20 m de longitud. Estos materiales se podrían corresponder a cuerpos lenticulares ortoconglomeráticos (paleocanales) de la Fm. Báucarit (Unidad Geoeléctrica U4).

El sitio Panteón dentro de esta zona se encuentra ubicado en las cercanías del poblado de Bacanuchi, aproximadamente a 1.5 Km al noroeste del mismo, y con una orientación NNW-SSE (Plano 9). La profundidad de investigación máxima en la sección resistiva generada fue 70 m aproximadamente (Figura 17), y donde a partir de la respuesta resistiva se determinaron 3 unidades resistivas.



Plano 9. Localización de la TER tomada en el sitio Panteón de la zona Bacanuchi

La primera unidad es caracterizada por presentar resistividades menores a los $10 \Omega \cdot m$, y se encuentra dominando gran parte del subsuelo en esta sección. se a partir de los 34 m de profundidad (Figura 18). Esta unidad de muy baja resistividad estos se interpretan como materiales granulares no consolidados muy finos a finos, principalmente del tamaño del limo y arcilla (Unidad Geoeléctrica U1).

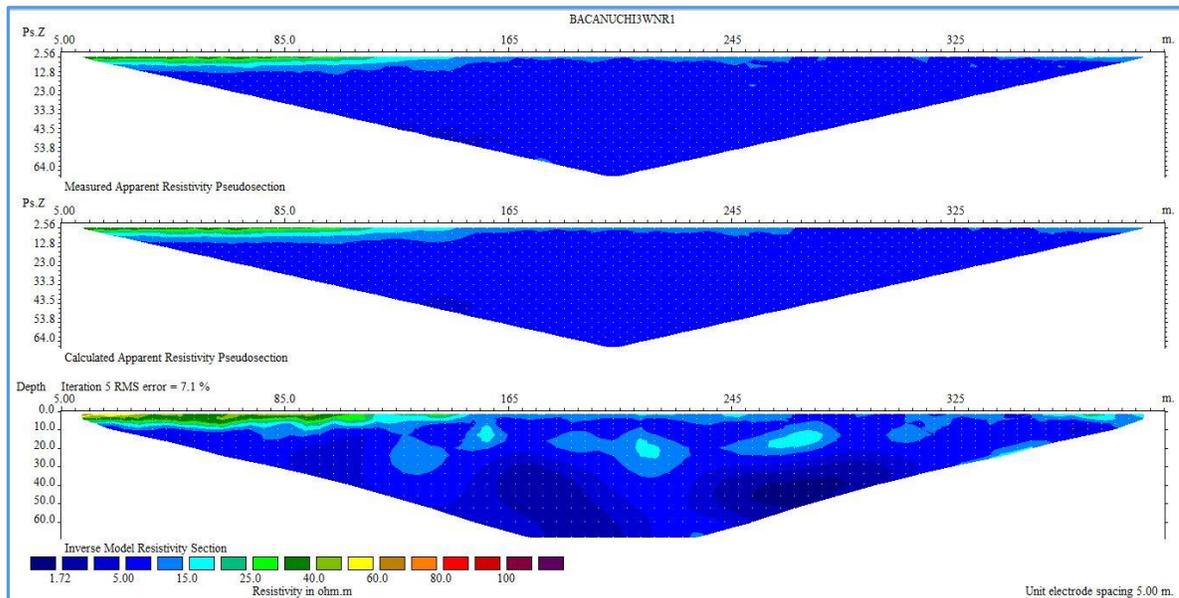


Figura 16. Sección resistiva obtenida de la TER tomada en el sitio Panteón de la zona Bacanuchi

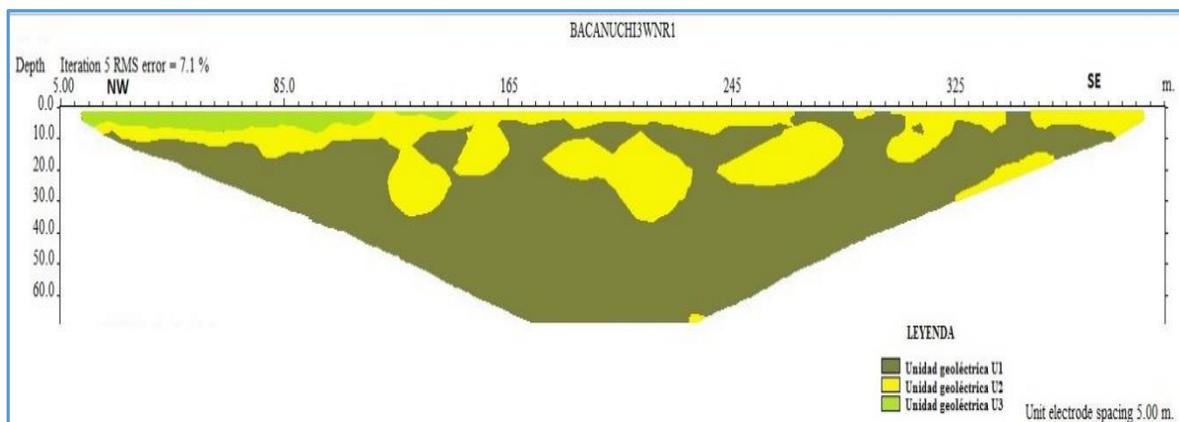


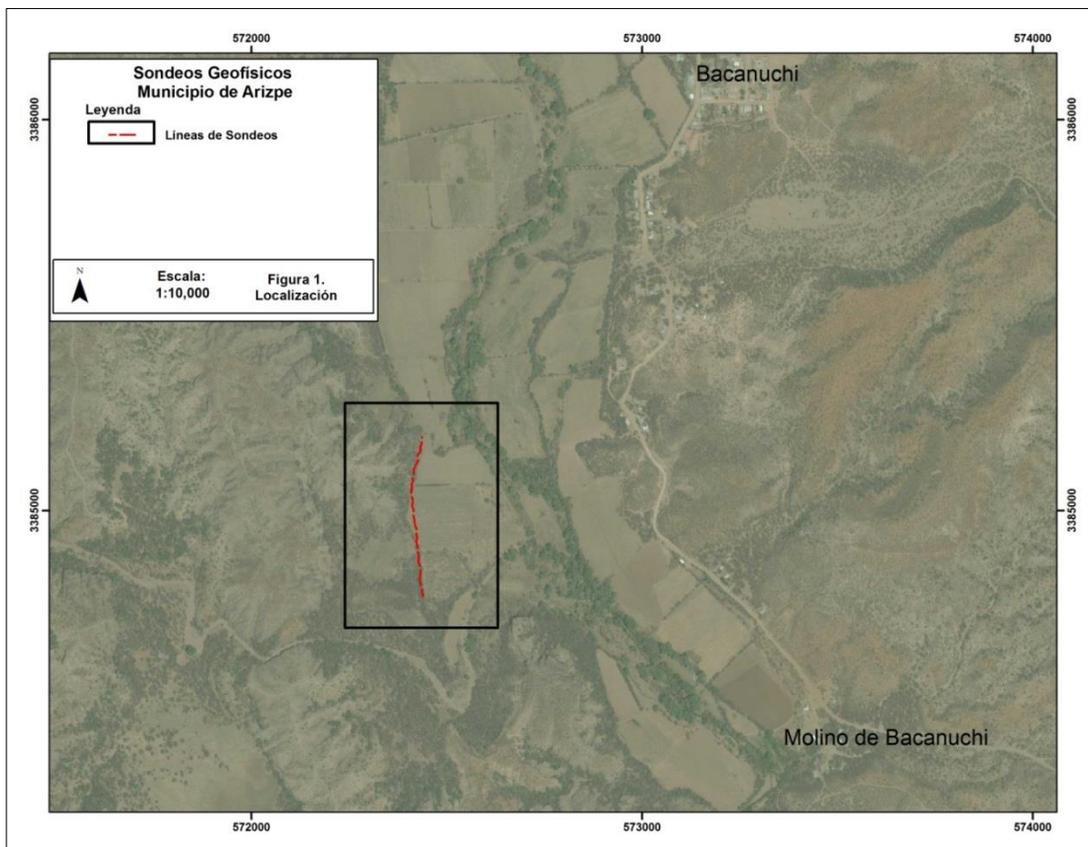
Figura 17. Sección geoelectrica obtenida de la TER tomada en el sitio Panteón de la zona Bacanuchi

La segunda unidad se identifica con un rango de resistividad entre 10 y 30 $\Omega \cdot m$, observándose superficialmente, desde la porción central y hasta el límite sur, con un espesor promedio de 5 m. En la central de la sección también se presenta a partir de unos 10 m de profundidad, en forma cuerpos lenticulares de hasta 55 m de longitud y espesores que varían de 8 a los 28 m. Las resistividades bajas de esta unidad pueden ser correspondientes a materiales granulares de medianos a finos (limos y arenas) que

probablemente podrían estar saturados de agua, y son considerados de formar parte de relleno sedimentario Pliocuaternario de la cuenca (Unidad Geoeléctrica U2).

La tercera unidad presenta resistividades entre 30 y 70 Ω *m, y solamente fue identificada en la parte norte de la sección, en donde se encuentra aflorando la secuencia areno-conglomerática de la Fm Báucarit (Unidad Geoeléctrica U3).

El sitio Pueblo se encuentra localizado también en las cercanías del poblado de Bacanuchi, a un kilómetro aproximadamente al suroeste (Plano 10). La profundidad de investigación máxima en la sección resistiva generada fue 70 m aproximadamente (Figura 19), y donde a partir de la respuesta resistiva se determinaron 4 unidades resistivas.



Plano 10. Localización de la TER tomada en el sitio Pueblo de la zona Bacanuchi

La primera unidad tiene un rango de resistividades entre 7 y 10 Ω *m, aunque localmente pueden ser menores a estos valores. Esta unidad fue como cuerpos lenticulares tanto sub-superficialmente como a profundidad, con un espesor máximo de casi 30 m a una profundidad de 37 m en la porción central de la sección (Figura 20). Estos materiales de resistividades muy bajas a bajas se consideran como de granulometría de limos, arcillas y

arenas finas, no consolidadas y pertenecientes al relleno Plio-cuaternario de la cuenca (Unidad Geoeléctrica U1).

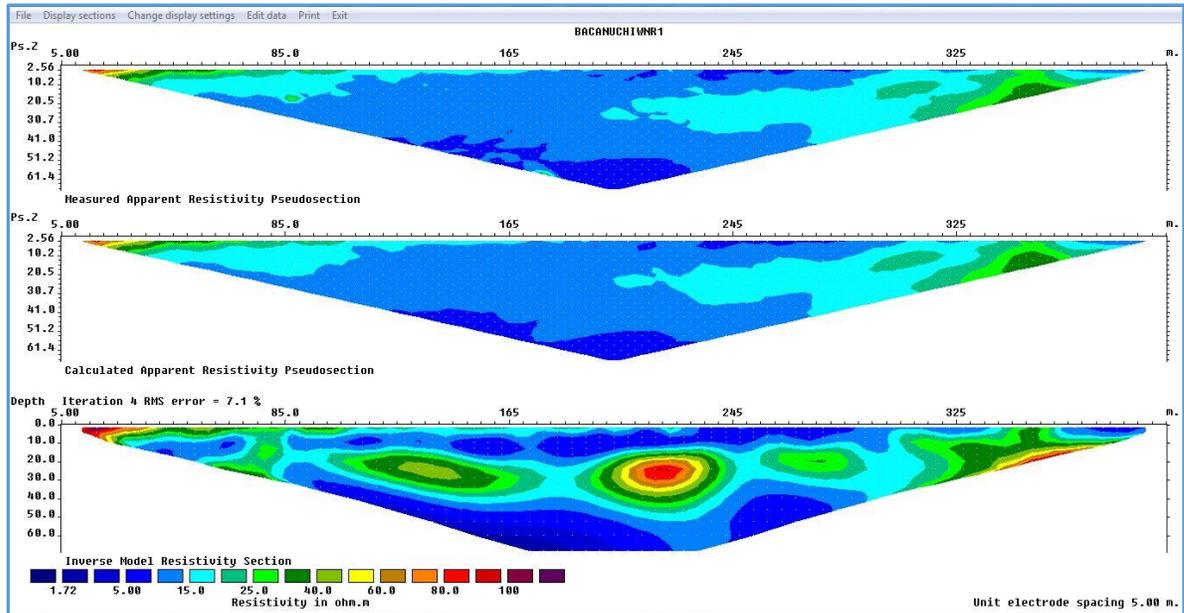


Figura 18. Sección resistiva obtenida de la TER tomada en el sitio Pueblo de la zona Bacanuchi

La segunda unidad se encuentra únicamente en dos partes de la sección con resistividades de entre 30 y 70 $\Omega \cdot m$. El primero está a una profundidad de 16 m con un espesor promedio de 18 m en el centro-norte de la sección; y el segundo se encuentra hacia la porción sur, como un cuerpo que se profundiza y hacia el noreste. Se considera que esta unidad se caracterizan por sedimentos granulares de medianos, gruesos y boleos y/o roca fracturada (Unidad Geoeléctrica U2).

La tercera unidad, con resistividades entre 15 y hasta 30 $\Omega \cdot m$, es la que está más ampliamente distribuida en el subsuelo de esta sección, correspondiendo a materiales granulares de medianos a finos (arenas) no consolidados (Unidad Geoeléctrica U3).

La cuarta unidad se identificó como pequeños lentes de resistividades mayores a los 80 $\Omega \cdot m$ que se encuentran dentro de la unidad geoeléctrica U3. Tienen hasta 17 m de espesor y 30 m de longitud. Esta unidad representa materiales gruesos no saturados que pudieran corresponder a paleocanales (Unidad Geoeléctrica U4) dentro de una secuencia arenosa.



Figura 19. Sección geoelectrica obtenida de la TER tomada en el sitio Pueblo de la zona Bacanuchi

De manera general, se puede establecer que para la Formación Báucarit, donde fue claramente identificada a partir de estos estudios geofísicos geoelectricos, sus características resistivas son: a) la porción predominantemente conglomerática del miembro Conglomerado Arizpe presenta un rango de resistividades de entre 30 y hasta más de 80 Ω^*m ; b) la porción areno-conglomerática del mismo miembro se identificó con valores resistivos de ente 10 y 30 Ω^*m ; y c) la litología fina de areniscas y limolitas del miembro Bámori está caracterizada por resistividades menores a 10 Ω^*m .

6. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Entre las técnicas utilizadas para caracterizar las propiedades hidráulicas de los acuíferos, la prueba de pozos es una de las más comúnmente aplicadas. Implica la imposición de una perturbación, como el bombeo en un pozo y la medición de la respuesta del acuífero, por ejemplo en términos de variaciones de la cabeza. Esos datos se interpretan luego con la ayuda de modelos analíticos o numéricos para inferir las propiedades hidráulicas del acuífero.

En ese marco, un gráfico de diagnóstico (Bourdet et al, 1983) es un gráfico simultáneo del abatimiento y la derivada logarítmica del abatimiento en función del tiempo en la escala log-log. Este diagrama se usa para facilitar la identificación de un modelo conceptual apropiado más adecuado para interpretar los datos.

6.1. Pozo Bacanuchi 1 Bis

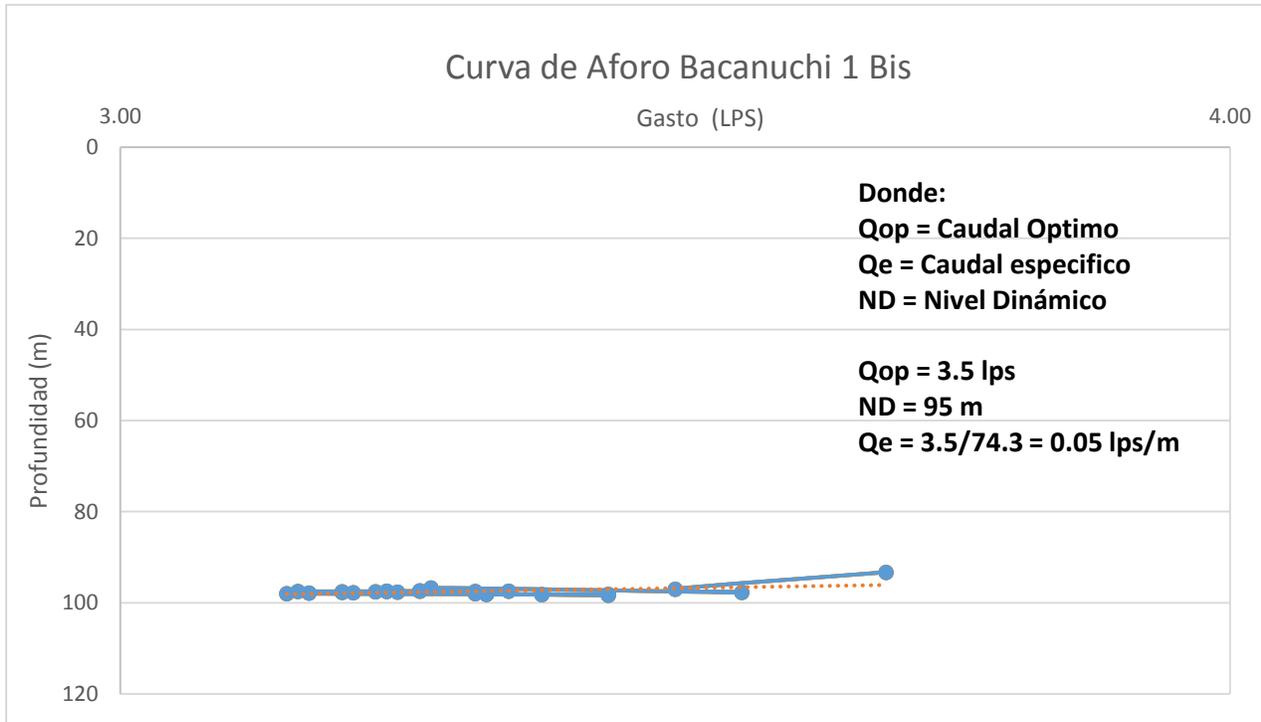
Durante los días 19 al 22 de junio se inició con el proceso de desarrollo y aforo, realizándose las conexiones pertinentes para la instalación de la bomba sumergible marca Franklin Electric, de 10 HP y 3470 RPM (Tabla 5).

La Gráfica 4 muestra el comportamiento del flujo subterráneo al extraer un caudal determinado. Se puede concluir que el gasto óptimo para este pozo es de 7 lps con un nivel dinámico de 70 metros de profundidad, es decir, extraer el máximo gasto abatiendo lo menos posible al pozo.

La Tabla 6 y la Gráfica 5 muestra el tiempo de recuperación del pozo para volver a las condiciones previas al aforo, es decir, en este pozo transcurrieron alrededor de 5.3 horas para que llegar el nivel estático previo al aforo.

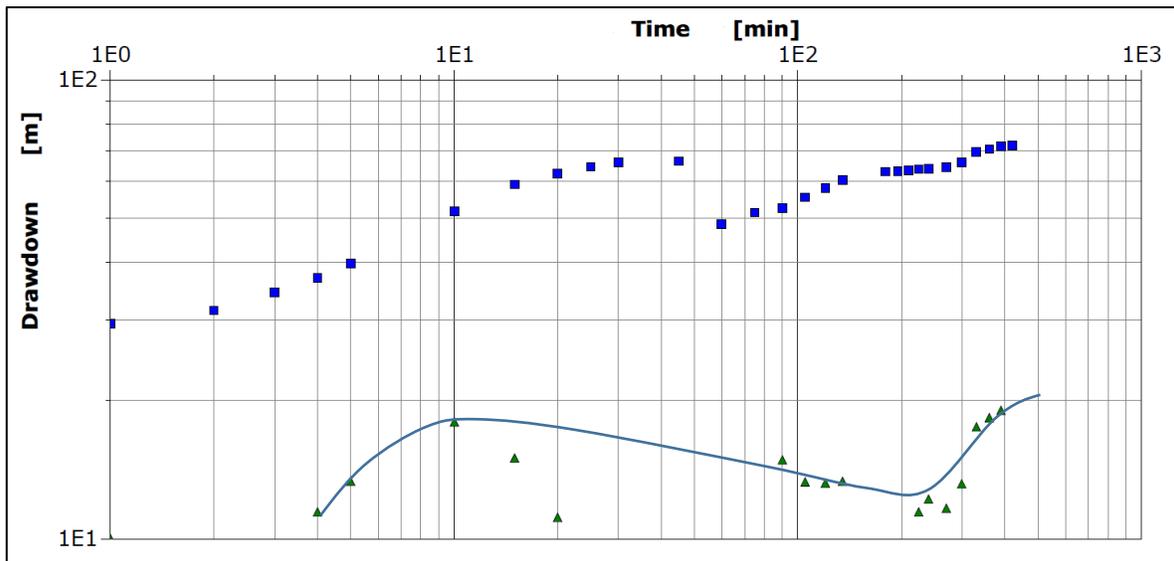
Tabla 5. Pruebas de aforo pozo Bacanuchi 1 Bis

Gasto en LPS (Q)	Nivel Dinámico (m)	Abatimiento (mts)
3.69	114.02	93.27
3.5	117.73	96.98
3.56	118.45	97.7
3.28	117.49	96.74
3.32	118.73	97.98
3.33	118.87	98.12
3.38	118.94	98.19
3.44	119.1	98.35
3.44	118.9	98.15
3.33	118.85	98.1
3.15	118.72	97.97
3.17	118.6	97.85
3.21	118.49	97.74
3.2	118.43	97.68
3.25	118.36	97.61
3.23	118.28	97.53
3.2	118.31	97.56
3.16	118.24	97.49
3.24	118.22	97.47
3.24	118.16	97.41
3.27	118.19	97.44
3.27	118.1	97.35
3.32	118.21	97.46
3.35	118.18	97.43



Gráfica 4. Curva de aforo Bacanuchi 1 Bis

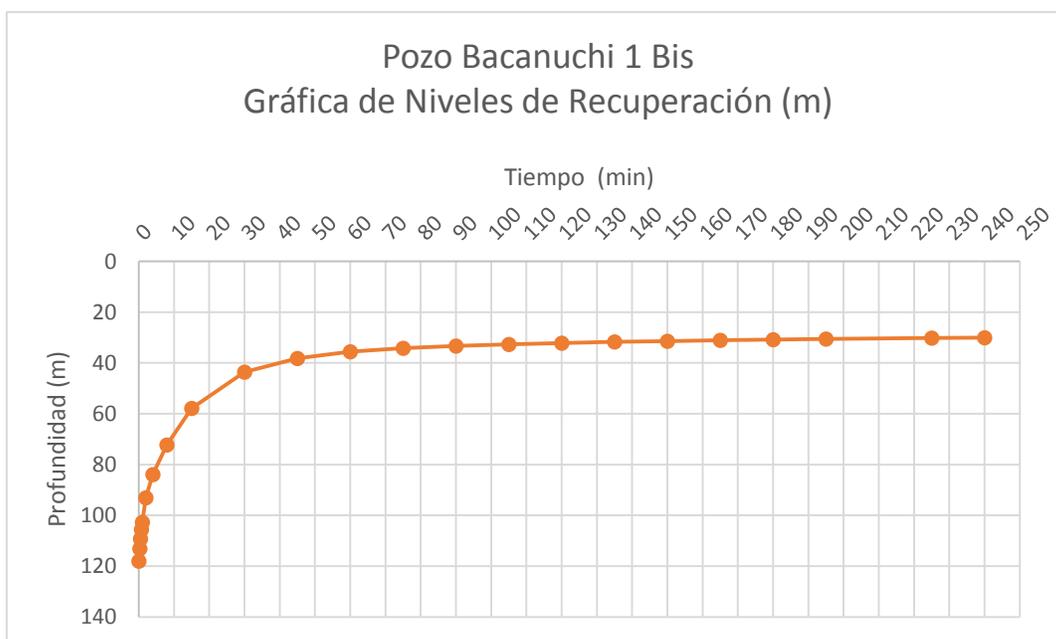
Con ayuda del Programa Aquifer Test 2016.1 se analizaron las pruebas de bombeo para realizar sus análisis y los resultados se muestran en la gráfica 5.



Gráfica 5. Resultado prueba de bombeo pozo Bacanuchi 1Bis, Aquifer Test 2016.1

Tabla 6. Recuperación de Pozo Bacanuchi 1 Bis

Tiempo (min)	Tiempo (hr)	Nivel de Recuperación (m)
0	0.0	118.02
0.25	0.3	113.05
0.5	0.5	109.2
0.75	0.8	105.53
1	0.0	102.7
2	0.0	93.1
4	0.1	83.94
8	0.1	72.2
15	0.3	57.85
30	0.5	43.62
45	0.8	38.17
60	1.0	35.56
75	1.3	34.19
90	1.5	33.3
105	1.8	32.66
120	2.0	32.14
135	2.3	31.73
150	2.5	31.39
165	2.8	31.07
180	3.0	30.77
195	3.3	30.54
225	3.8	30.13
240	4.0	30



Gráfica 6. Tiempo de recuperación posterior al aforo Pozo Bacanuchi 1 Bis

El día martes 24 de febrero del 2015 a las 8:50 am se inició con el proceso de desarrollo. Se instaló una bomba sumergible marca Franklin Electric, de 10 HP y 3460 RPM, la información de las pruebas de bombeo se ven en la Tabla 7.

Tabla 7. Pruebas de bombeo pozo Bacanuchi 1Bis

RPM DE MOTOR	FECHA	TIEMPO DE RECUPERACION ENTRE BOMBEO HORA Y MINUTOS	TIEMPO EN HORA Y MINUTOS	NIVEL ESTATICO (METROS)	LONG. DE COLUMNA (METROS)	ABATIMIENTO (METROS)	GASTO LPS (Q)	COND (μs)	TEMP (°C)	Ph	PPM	OBSERVACIONES
3460	24-02-15		2 MIN	11.4	40	40						EL POZO SE ABATIO EN 2MIN
3460	24-02-15	1.5 HORAS	6 MIN	20.3	59.2	59.2						EL POZO SE ABATIO EN 6MIN
3460	24-02-15	2 HORAS	3 MIN	34.1	59.2	59.2						EL POZO SE ABATIO EN 3MIN
3460	24-02-15	1.5 HORAS	9 MIN	38.81	91.2	91.2						EL POZO SE ABATIO EN 9MIN
3460	24-02-15	1 HORA	3.14 MIN	66.77	91.2	91.2	5.27					EL POZO SE ABATIO EN 3.14MIN
3460	25-02-15	12 HORAS	31 MIN	16.94	91.2	91.2	2.5	529	23.3	6	258	EL POZO SE ABATIO EN 31MIN CON SALIDA DE AGUA REDUCIDA A 1 PULG
3460	25-02-15	1.5 HORAS	36.5 MIN	61	95.6	95.6	1.6					EL POZO SE ABATIO EN 36.5MIN CON SALIDA DE AGUA REDUCIDA A 1 PULG
3460	25-02-15	1 HORA	3 MIN	73	95.6	95.6		609	24.5	5.58	293	EL POZO SE ABATIO EN 33MIN CON SALIDA DE AGUA REDUCIDA A 1 PULG
3460	25-02-15	.5 HORAS	2.09	79.5	95.6	95.6		530	24.3	5.6	264	SIN REDUCCION
3460	25-02-15	1 HORA	2.23 MIN	77.2	95.6	95.6		537	24.2	5.31	269	SIN REDUCCION
3460	25-02-15	1 HORA	2.11	77.86	95.6	95.6		535	23.7	5.13	265	SIN REDUCCION
3460	25-02-15	1 HORA	3.11	73.58	95.6	95.6		533	23.8	5.08	269	SIN REDUCCION

6.2. Pozo Arizpe

El día martes 31 de julio del 2015 se inició con el proceso de aforo. Se instaló una bomba sumergible marca Franklin Electric, de 10 HP y 3460 RPM, la información de las pruebas de bombeo se ven en la siguientes tablas.

Tabla 8. Características pozo Arizpe

Fecha	31/07/2015				
Datos de aforo					
Pozo Arizpe	Municipio	Arizpe	Estado		Sonora
Características del pozo					
Profundidad	150 metros	Ademe	144.7 m	Nivel estático	6.15 metros
Coordenadas UTM		3,355861N			
		579,806E			
Características del equipo de bombeo					
Bomba				Motor	
Marca	Franklin			Marca	Altamira
Cabeza de descarga			4"	HP	30
Longitud de columna de bombeo			4"	Planta marca: Ingersoll rand	
Diámetro columna bombeo			100m	HP	3000
Número de pasos			3 pasos	KVA	50

Tabla 9. Aforo pozo Arizpe

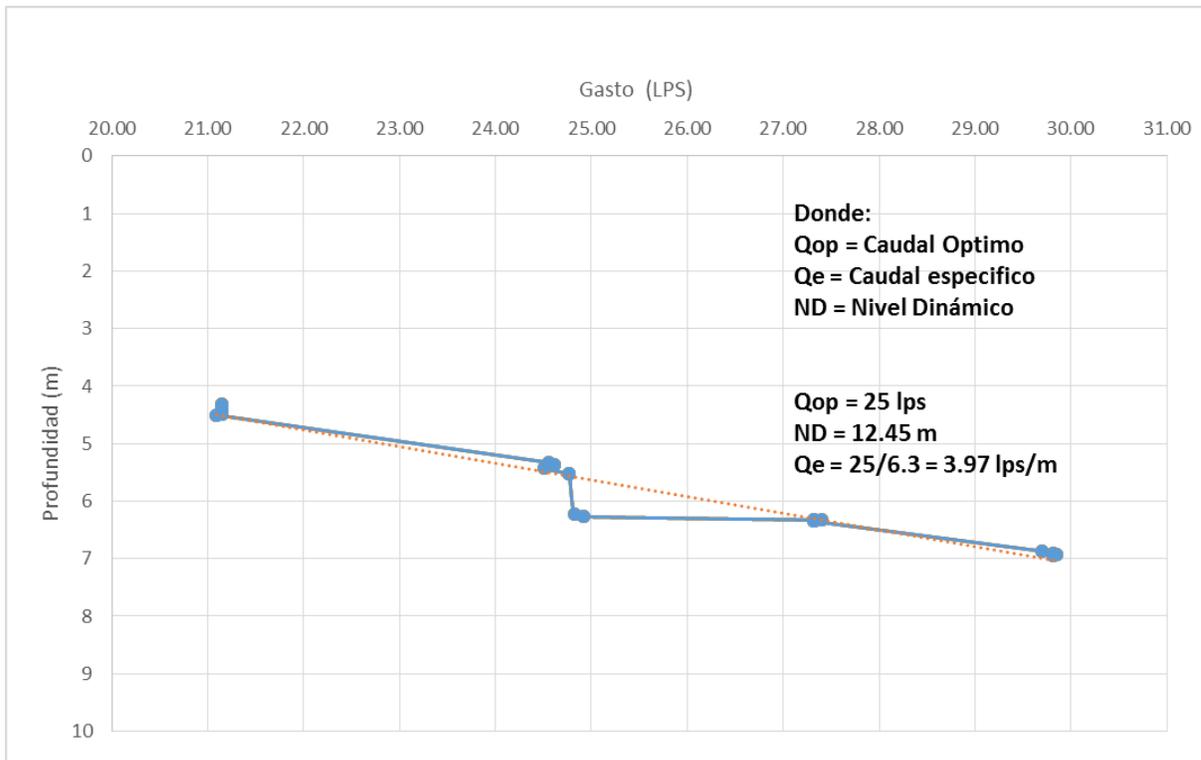
FECHA	HORA	GASTO	N. DINAMICO	ABATIMIENTO	TEMP	PH	PPM	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
INICIA EL AFORO								
04/08/2015	2:32PM		8.00					
	3:00PM	19.5	10.35					
SE ORCA LA VALVULA A 2Kg/Cm ²								
04/08/2015	3:05PM	21.4	10.35					
04/08/2015	3:10PM	21.15	10.47	0.12	25.7	8.06	650	1290
04/08/2015	3:20PM	21.15	10.55	0.08	24.2	8.11	620	1250
04/08/2015	3:30PM	21.15	10.57	0.02	24.4	8.24	616	1234
04/08/2015	4:00PM	21.15	10.62	0.05	24.5	8.37	624	1250
04/08/2015	4:30PM	21.15	10.64	0.02	24.3	8.35	624	1229
04/08/2015	5:00PM	21.09	10.65	0.01	24.4	8.32	614	1223

Caracterización hidrogeológica de la Formación Báucarit en las localidades de Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa, Sonora, México

SE ORCA LA VALVULA A 1.5 Kg/Cm ²								
04/08/2015	5:30PM	24.56	11.48	0.83	24.7	8.40	615	1226
04/08/2015	6:00PM	24.61	11.51	0.03	24.5	8.45	615	1238
04/08/2015	6:30PM	24.51	11.58	0.07	24.1	8.49	613	1230
04/08/2015	7:00PM	24.77	11.67	0.09	24.1	8.52	617	1223
04/08/2015	7:30PM	24.77	11.68	0.01	24.0	8.54	612	1234
SE ORCA LA VALVULA A 1 Kg/Cm ²								
04/08/2015	8:00PM	24.82	12.38	0.7	24.1	7.87	608	1226
04/08/2015	8:30PM	24.92	12.42	0.04	24.2	7.65	616	1220
NO SE PUDO REALIZAR MEDICIÓN								
04/08/2015	10:30PM	27.4	12.48	0.06	23.7	8.08	610	1224
04/08/2015	11:00PM	27.32	12.49	0.01	23.6	8.13	609	1226
04/08/2015	11:30PM	27.32	12.48	0.01	23.6	8.11	612	1220
05/08/2015	12:00AM	27.32	12.48	0	23.3	8.11	604	1212
05/08/2015	12:30AM	27.32	12.49	0.01	23.1	8.16	601	1205
05/08/2015	1:00AM	27.32	12.50	0.01	23.0	8.18	601	1206
SE ORCA LA VALVULA A 0.5 Kg/Cm ²								
05/08/2015	1:30AM	29.70	13.02	0.52	22.8	8.16	601	1201
05/08/2015	2:00AM	29.82	13.05	0.03	23.0	8.16	603	1203
05/08/2015	2:30AM	29.85	13.07	0.02	23.0	8.17	596	1205
05/08/2015	3:00AM	29.82	13.08	0.01	23.1	8.15	603	1209
05/08/2015	3:30AM	29.82	13.09	0.01	23.1	7.32	605	1205
05/08/2015	4:00AM	29.82	13.11	0.02	23.0	7.60	599	1209
05/08/2015	4:30AM	29.87	13.11	0	22.9	7.58	604	1206
05/08/2015	5:00AM	29.82	13.11	0	23.1	7.71	606	1208
05/08/2015	5:30AM	29.82	13.12	0.01	23.0	7.82	600	1210
05/08/2015	6:00AM	29.82	13.13	0.01	23.0	7.95	601	1198
05/08/2015	6:30AM	30.08	13.27	0.14	23.3	7.96	600	1198

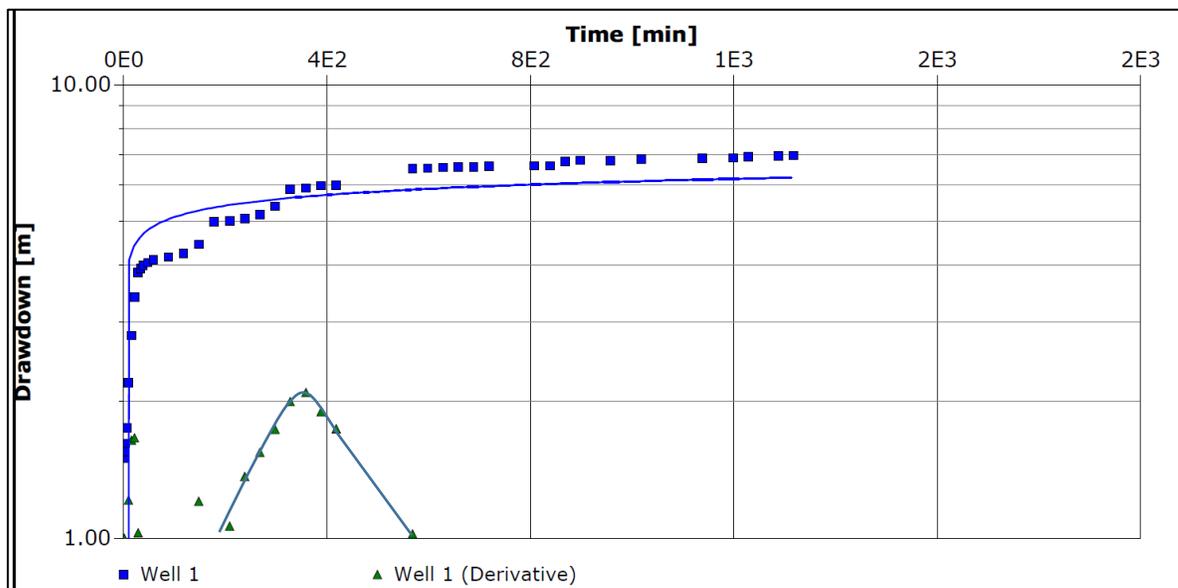
Caracterización hidrogeológica de la Formación Báucarit en las localidades de Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa, Sonora, México

05/08/2015	7:00AM	29.95	13.32	0.05	23.4	8.00	601	1198
05/08/2015	7:30AM	29.95	13.27	0.05	23.5	8.02	603	1205
05/08/2015	8:00AM	30.04	13.30	0.03	23.5	8.06	601	1207
05/08/2015	8:30AM	30.08	13.30	0	23.5	8.00	602	1204
05/08/2015	9:00AM	30.04	13.35	0.05				
05/08/2015	9:30AM	30.04	13.35	0	23.7	8.07	606	1214
05/08/2015	10:00AM	30.00	13.34	0.01	23.7	8.07	606	1214
05/08/2015	10:30AM	30.04	13.35	0.01	23.3	8.07	614	1216
05/08/2015	11:00AM	30.08	13.37	0.02				
05/08/2015	11:30AM	30.08	13.37	0				
05/08/2015	12:00PM	30.04	13.36	0.01	24.0	8.00	609	1221
05/08/2015	12:30PM	30.04	13.44	0.08	24.1	6.62	604	1208
05/08/2015	1:00PM	30.04	13.36	0.08	24.4	7.12	604	1214
05/08/2015	1:30PM	30.08	13.36	0	24.0	7.26	607	1210
05/08/2015	2:00PM	30.08	13.48	0.12	24.1	7.45	606	1224
05/08/2015	2:30PM	30.08	13.37	0.11	24.1	7.63	606	1217
05/08/2015	3:00PM	30.12	13.36	0.01	24.2	7.76	615	1212



Gráfica 7. Curva de aforo Arizpe

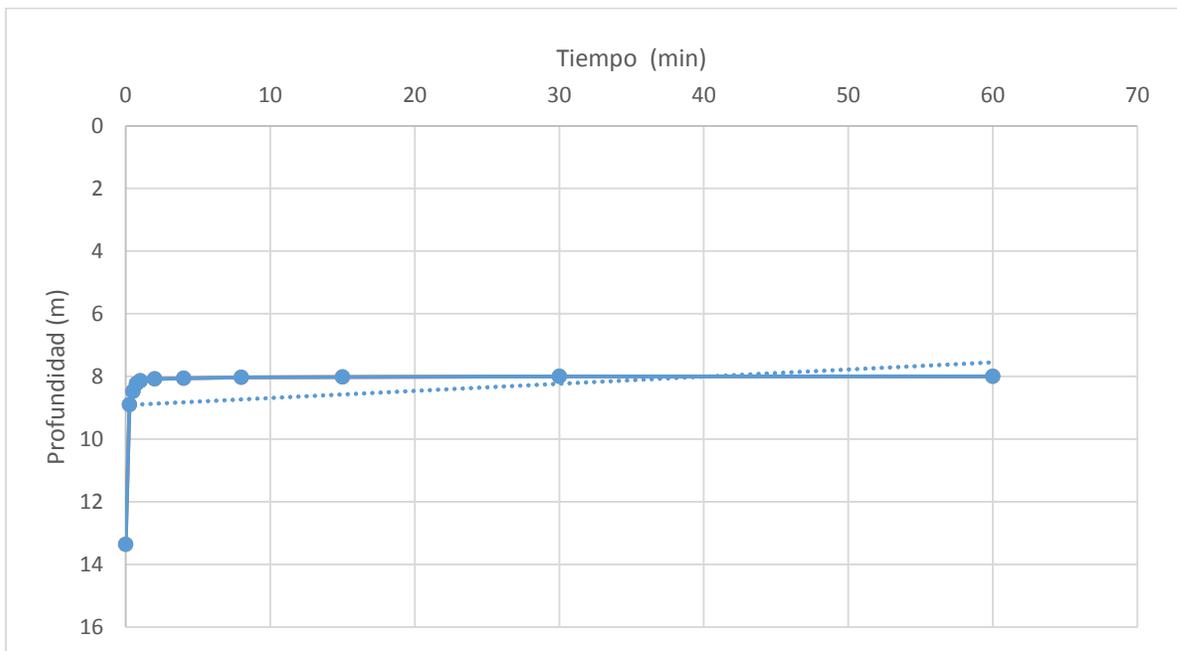
Los resultados de la prueba de bombeo en el pozo Arizpe se analizaron en el programa Aquifer Test 2016.1 y los resultados se muestran en la gráfica 8.



Gráfica 8. Resultados de prueba de bombeo pozo Arizpe, Aquifer Test 2016.1

Tabla 10. Recuperación Pozo Arizpe

Tiempo (min)	Tiempo (hr)	Nivel de Recuperación (m)
0	0.0	13.36
0.25	0.0	8.90
0.5	0.0	8.48
0	0.0	8.23
1	0.0	8.14
2	0.0	8.08
4	0.1	8.06
8	0.1	8.03
15	0.3	8.02
30	0.5	8.00
60	1	8.00



Gráfica 9. Niveles de recuperación pozo Arizpe

6.3 Pozo Tahuichopa

Durante los días 12 al 15 de mayo se inició con el proceso de desarrollo y aforo, realizándose las conexiones pertinentes para la instalación de la bomba sumergible marca Franklin Electric, de 10 HP y 3200 RPM.

La información de las pruebas de bombeo y aforo se ven en las siguientes tablas.

La curva de aforo nos muestra el comportamiento del flujo subterráneo al extraer un caudal determinado. Podemos concluir que el gasto óptimo para este pozo es de 2.5 lps con un nivel dinámico de 11.77 metros de profundidad, es decir, extraer el máximo gasto abatiendo lo menos posible al pozo.

La figura Tiempo de recuperación posterior al aforo nos muestra el tiempo de recuperación del pozo para volver a las condiciones previas al aforo, es decir, en este pozo transcurrieron alrededor de 5.3 horas para que llegar el nivel estático previo al aforo.

Tabla 11. Pruebas de Bombeo Pozo Tahuichopa

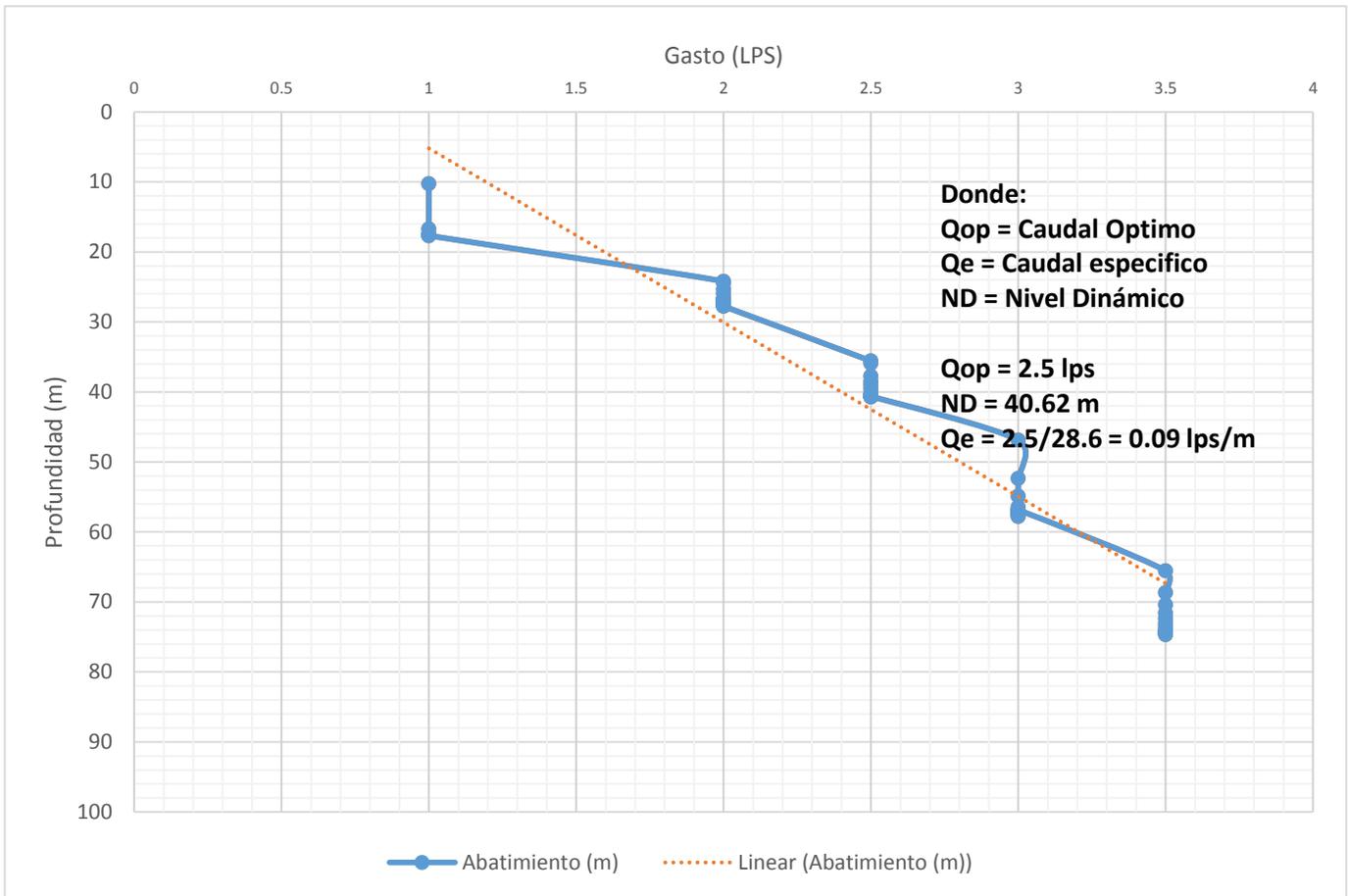
DATOS DE AFORO										
POZO TAHUICHOPA Mpio. DE ARIZPE ESTADO DE SONORA										
CARACTERISTICA DEL POZO										
PROF: 100 metros.			ADEME: 8"		NIVEL ESTATICO: 12 metros.			COORDENADAS UTM : 581,453 E - 3,360,416 N		
CARACTERISTICA DEL EQUIPO DE BOMBEO										
BOMBA				MOTOR				MEDICION		
MARCA: FRANKLIN ELECTRIC CABEZAL DE DESCARGA: 3" LONGITUD COLUMNA DE BOMBEO: 3" DIAMETRO COLUMNA: 3"				MARCA: FRANKLIN HP: 10 CABALLOS PLANTA: OLYMPIAN HP: KVA: 33.0 VOLT: 220/127 TRIFASICO				TIPO: AFORO VOLUMETRICO DIAMETRO DE DESCARGA: 3" PROPIEDAD DE: FIDEICOMISO RIO SONORA		
FECHA	HORA	RPM	GASTO (lps)	N. DIN.	ABAT.	TEMP.	PH	PPM	COND. ELECTRICA	COLOR DEL AGUA
15-May-15	8:00 PM	3200	1	10.24	0	21.5	7.84	592	1182	agua poco clara
15-May-15	8:15 PM	3200	1	16.72	6.48	21.8	7.79	578	1172	agua poco efervescente
15-May-15	8:30 PM	3200	1	17.44	0.72	22.0	7.83	591	1173	agua poco efervescente
15-May-15	8:45 PM	3200	1	17.62	0.18	21.6	7.88	576	1153	agua muy poco efervescente
15-May-15	9:00 PM	3200	1	17.60	0.02	21.8	7.96	566	1143	agua muy poco efervescente
15-May-15	9:15 PM	3200	1	17.68	0.08	21.8	7.90	583	1160	agua muy poco efervescente
15-May-15	9:30 PM	3200	1	17.53	0.15	21.9	7.86	586	1168	agua muy poco efervescente
15-May-15	9:45 PM	3200	1	17.46	0.07	22.1	7.85	580	1172	agua muy poco efervescente
15-May-15	10:00 PM	3200	1	17.43	0.03	22.1	7.81	582	1162	agua muy poco efervescente
15-May-15	10:15 PM	3200	1	17.34	0.09	22.1	7.88	587	1172	agua muy poco efervescente
15-May-15	10:30 PM	3200	1	17.30	0.04	22.1	7.84	578	1172	agua muy poco efervescente
15-May-15	10:45 PM	3200	1	17.23	0.07	22.0	7.85	584	1158	agua muy poco efervescente
15-May-15	11:00 PM	3200	1	17.16	0.07	22.0	7.93	589	1171	agua muy poco efervescente

Caracterización hidrogeológica de la Formación Báucarit en las localidades de Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa, Sonora, México

15-May-15	11:15 PM	3200	1	17.08	0.08	21.9	7.95	576	1174	agua muy poco efervescente
15-May-15	11:30 PM	3200	1	17.02	0.06	21.8	7.92	583	1157	agua muy poco efervescente
15-May-15	11:45 PM	3200	1	16.96	0.06	21.7	7.95	587	1172	agua muy poco efervescente
16-May-15	12:00 AM	3200	1	16.90	0.06	21.9	7.91	577	1173	agua muy poco efervescente
16-May-15	12:15 AM	3200	1	16.86	0.04	22.0	7.90	586	1166	agua muy poco efervescente
16-May-15	12:30 AM	3200	1	16.80	0.06	21.7	7.91	583	1178	agua muy poco efervescente
16-May-15	12:45 AM	3200	1	16.77	0.03	21.9	7.89	583	1158	agua muy poco efervescente
16-May-15	1:00 AM	3200	1	16.70	0.07	21.8	7.90	586	1173	agua muy poco efervescente
16-May-15	1:15 AM	3200	1	16.64	0.06	21.8	7.90	577	1174	agua muy poco efervescente
16-May-15	1:30 AM	3200	1	16.57	0.07	21.7	7.86	582	1163	agua muy poco efervescente
16-May-15	1:45 AM	3200	1	16.50	0.07	21.7	7.88	585	1164	agua muy poco efervescente
16-May-15	2:00 AM	3200	1	16.50	0.07	21.8	7.89	576	1166	agua muy poco efervescente
SE AUMENTO EL GASTO A 2 LITROS										
16-May-15	2:15 AM	3200	2	24.20	8.70	21.3	7.86	585	1164	agua muy poco efervescente
16-May-15	2:30 AM	3200	2	25.30	1.10	21.6	7.90	603	1198	agua muy poco efervescente
16-May-15	2:45 AM	3200	2	25.93	0.63	21.4	7.92	618	1254	agua muy poco efervescente
16-May-15	3:00 AM	3200	2	26.67	0.74	21.4	7.83	630	1255	agua clara
16-May-15	3:15 AM	3200	2	26.58	0.09	21.5	7.8	639	1274	agua clara
16-May-15	3:30 AM	3200	2	26.75	0.17	21.2	7.90	636	1282	agua clara
16-May-15	3:45 AM	3200	2	26.75	0	21.9	7.87	639	1273	agua clara
16-May-15	4:00 AM	3200	2	27.01	0.26	21.7	7.90	649	1295	agua clara
16-May-15	4:15 AM	3200	2	27.10	0.09	21.7	7.86	643	1300	agua clara
16-May-15	4:30 AM	3200	2	27.18	0.08	21.8	7.86	646	1286	agua clara
16-May-15	4:45 AM	3200	2	27.16	0.02	22.1	7.87	652	1296	agua clara
16-May-15	5:00 AM	3200	2	27.35	0.19	21.8	7.84	650	1315	agua clara
16-May-15	5:15 AM	3200	2	27.4	0.05	21.8	7.88	654	1295	agua clara
16-May-15	5:30 AM	3200	2	24.46	0.06	21.7	7.85	659	1310	agua clara
16-May-15	5:45 AM	3200	2	27.6	0.14	21.5	7.85	656	1317	agua clara
16-May-15	6:00 AM	3200	2	27.67	0.07	21.4	7.81	652	1309	agua clara
16-May-15	6:15 AM	3200	2	27.65	0.02	21.3	7.85	654	1301	agua clara
16-May-15	6:30 AM	3200	2	27.63	0.02	21.1	7.87	651	1320	agua clara
16-May-15	6:45 AM	3200	2	27.65	0.02	22.1	7.84	657	1308	agua clara
16-May-15	7:00 AM	3200	2	27.66	0.01	22.4	7.86	658	1312	agua clara
16-May-15	7:15 AM	3200	2	27.69	0.03	22.0	7.81	656	1328	agua clara
16-May-15	7:30 AM	3200	2	27.71	0.02	23.3	7.83	670	1346	agua clara
16-May-15	7:45 AM	3200	2	27.69	0.02	23.5	7.87	674	1346	agua clara
16-May-15	8:00 AM	3200	2	27.77	0.08	23.8	7.75	675	1346	agua clara
SE AUMENTÓ EL GASTO A 2.5 LITROS										
16-May-15	8:15 AM	3200	2.5	35.58	7.81	21.3	7.82	677	1360	agua clara
16-May-15	8:30 AM	3200	2.5	35.90	0.32	21.6	7.80	710	1431	agua clara
16-May-15	8:45 AM	3200	2.5	37.77	1.87	21.4	7.78	718	1439	agua clara
16-May-15	9:00 AM	3200	2.5	38.52	0.75	21.4	7.74	716	1450	agua clara
16-May-15	9:15 AM	3200	2.5	39.00	0.48	21.5	7.32	717	1438	agua clara
16-May-15	9:30 AM	3200	2.5	39.54	0.54	21.2	7.30	735	1446	agua clara
16-May-15	9:45 AM	3200	2.5	40.20	0.66	21.9	7.33	732	1464	agua clara

Caracterización hidrogeológica de la Formación Báucarit en las localidades de Arizpe, Bacanuchi y Tahuichopa, Sonora, México

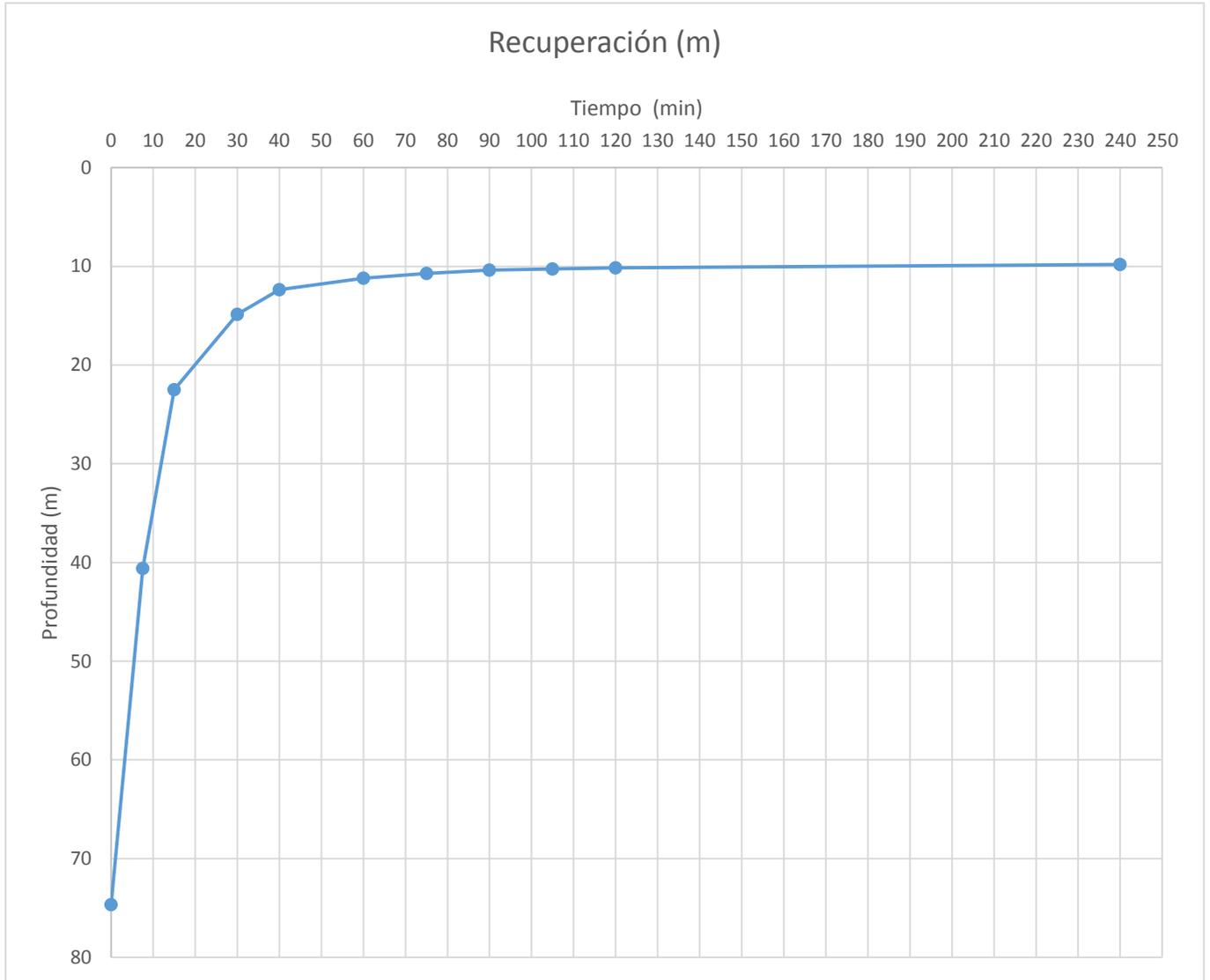
16-May-15	10:00 AM	3200	2.5	40.520	0.32	21.7	7.32	726	1449	agua clara
16-May-15	10:15 AM	200 ³	2.5	40.63	0.11	21.7	7.7	712	1425	agua poco efervescente
16-May-15	10:30 AM	3200	2.5	40.72	0.09	21.8	7.73	715	1430	agua poco efervescente
16-May-15	10:45 AM	200 ³	2.5	40.63	0.09	22.1	7.72	713	1435	agua poco efervescente
16-May-15	11:00 AM	3200	2.5	40.62	0.01	21.8	7.80	722	1445	agua poco efervescente
16-May-15	11:15 AM	3200	2.5	40.60	0.02	21.8	7.85	723	1448	agua poco efervescente
16-May-15	11:30 AM	3200	2.5	40.62	0.02	21.7	7.81	722	1445	agua poco efervescente
16-May-15	11:45 AM	3200	2.5	40.60	0.03	21.5	7.82	721	1444	agua poco efervescente
16-May-15	12:00 PM	3200	2.5	40.63	0.01	21.4	7.78	722	1145	agua poco efervescente
16-May-15	12:15 PM	3200	2.5	40.62	0.01	21.3	7.75	723	1436	agua poco efervescente
16-May-15	12:30 PM	3200	2.5	40.63	0.01	21.1	7.77	718	1444	agua poco efervescente
16-May-15	12:45 PM	3200	2.5	40.63	0	22.1	7.75	727	1466	agua poco efervescente
16-May-15	1:00 PM	3200	2.5	40.62	0.01	22.4	7.72	724	1448	agua poco efervescente
16-May-15	1:15 PM	3200	2.5	40.62	0	22.0	7.76	717	1439	agua poco efervescente
16-May-15	1:30 PM	3200	2.5	40.62	0	23.3	7.73	717	1443	agua poco efervescente
16-May-15	1:45 PM	3200	2.5	40.62	0	23.5	7.23	720	1450	agua poco efervescente
16-May-15	2:00 PM	3200	2.5	40.62	0	23.8	7.19	728	1448	agua poco efervescente
SE AUMENTO EL GASTO A 3.0 LITROS										
16-May-15	2:15 AM	3200	3	46.90	6.28	23.6	7.70	735	1475	
16-May-15	2:30 AM	3200	3	52.38	5.48	23.9	7.76	747	1493	leve efervescente
16-May-15	2:45 AM	3200	3	54.92	2.54	22.8	7.75	745	1499	leve efervescente
16-May-15	3:00 AM	3200	3	57.02	2.10	23.9	7.73	746	1495	leve efervescente
16-May-15	3:15 AM	3200	3	56.47	0.55	24.0	7.72	741	1485	leve efervescente
16-May-15	3:30 AM	3200	3	56.87	0.40	24.0	7.75	747	1487	leve efervescente
16-May-15	3:45 AM	3200	3	57.37	0.50	24.0	7.73	476	1494	leve efervescente
16-May-15	4:00 AM	3200	3	57.31	0.06	24.0	7.67	747	1499	leve efervescente
16-May-15	4:15 AM	3200	3	57.67	0.36	23.8	7.69	746	1485	leve efervescente
16-May-15	4:30 AM	3200	3	57.78	0.11	23.5	7.73	744	1496	poco efervescente
16-May-15	4:45 AM	3200	3	57.49	0.29	23.8	7.73	742	1486	muy poco efervescente
16-May-15	5:00 AM	3200	3	56.86	0.63	23.9	7.66	745	1486	leve efervescente
SE AUMENTO EL GASTO A 3.5 LITROS										
16-May-15	5:15 AM	3200	3.5	65.55	8.69	23.8	7.73	749	1497	muy poco efervescente
16-May-15	5:30 AM	3200	3.5	68.68	3.13	23.9	7.74	753	1506	muy poco efervescente
16-May-15	5:45 AM	3200	3.5	70.41	1.73	23.9	7.74	753	1505	agua clara
16-May-15	6:00 AM	3200	3.5	71.59	1.18	23.8	7.76	758	1514	agua clara
16-May-15	6:15 AM	3200	3.5	72.36	0.77	23.7	7.79	751	1500	agua clara
16-May-15	6:30 AM	3200	3.5	73.05	0.69	23.5	7.74	753	1503	agua clara
16-May-15	6:45 AM	3200	3.5	73.54	0.49	23.1	7.76	747	1486	agua clara
16-May-15	7:00 AM	3200	3.5	73.98	0.44	22.8	7.75	750	1497	agua clara
16-May-15	7:15 AM	3200	3.5	74.25	0.27	22.8	7.75	748	1501	agua clara
16-May-15	7:30 AM	3200	3.5	74.32	0.07	22.3	7.79	756	1506	agua clara
16-May-15	7:45 AM	3200	3.5	74.54	0.22	22.5	7.79	751	1503	agua clara
16-May-15	8:00 AM	3200	3.5	74.67	0.13	22.8	7.84	749	1502	agua clara



Gráfica 10. Curva de Aforo Pozo Tahuichopa

Tabla 12. Recuperación de Pozo Tahuichopa

<i>Tiempo (min)</i>	<i>Recuperación (m)</i>
0	74.67
7.5	40.6
15	22.5
30	14.86
40	12.35
60	11.2
75	10.73
90	10.39
105	10.26
120	10.15
240	9.8



Gráfica 11. Tiempo de recuperación posterior al aforamiento

7. CONCLUSIONES

Facies de Miall

La asociación de facies Gh, Gl y Sl representa depósitos de barras longitudinales y transversales en un canal fluvial. La asociación de facies Sh1, Sh2 y Fp, corresponde a ciclos de disminución en el tamaño de grano hacia arriba depositados como sedimentos superiores de barras y de desborde (crevasse splays) dentro de una planicie de inundación.

Esta porción de la Formación Báucarit fue depositada en un sistema fluvial trenzado, y en este afloramiento en particular, se tiene un sistema de barras transversales y longitudinales que se sobreponen a una planicie de inundación por efectos probablemente del proceso de avulsión.

Exploración Geofísica

De manera general, y a partir de los resultados obtenidos tanto de las TER como de los TEM, se puede establecer que la Formación Báucarit puede ser identificada por presentar las siguientes características resistivas: a) la porción predominantemente conglomerática del miembro Conglomerado Arizpe presenta un rango de resistividades de entre 30 y hasta más de 80 $\Omega \cdot m$; b) la porción areno-conglomerática con presencia de finos como parte de la matriz de los conglomerados y areniscas del mismo miembro, con valores resistivos de entre 10 y 30 $\Omega \cdot m$; y c) la litología fina de areniscas y limolitas del miembro Bámori está caracterizada por resistividades menores a 10 $\Omega \cdot m$, y eventualmente puede llegar a presentar resistividades de hasta 20 $\Omega \cdot m$; y d) se presentan algunos paleocanales conglomeráticos dentro de la unidad, los cuales pueden llegar a presentar valores resistivos de 50 y hasta más de 100 $\Omega \cdot m$.

Parámetros hidráulicos

De acuerdo con el software Aquifer Test 2016.1 la gráfica correspondiente a la derivada del abatimiento con respecto al tiempo en el pozo Bacanuchi 1Bis se ve reflejado un acuífero con doble porosidad ya que se tienen dos sistemas; las fracturas de alta porosidad con baja capacidad de almacenamiento y bloques con matriz de baja permeabilidad y alta capacidad de almacenamiento. El flujo a través del pozo en este sistema es completamente a través de las fracturas.

De igual manera se interpreta la gráfica del pozo Arizpe como un acuífero semi-confinado, en la etapa temprana del bombeo sigue la curva de Theis. En la etapa media del

bombeo hay más agua proveniente del acuitardo que llega al acuífero. En la última etapa, toda el agua que se bombea proviene del escurrimiento a través del acuitardo, y el flujo en el pozo alcanza un nivel estable y se estabiliza (Krusema and de Ridder, 1990).

Se recopiló información geológica e hidrogeológica que se encuentra en trabajos científicos, tesis y reportes de dependencias gubernamentales, referentes al área de estudio, incluyendo específicamente sobre la Formación Báucarit.

Se identificaron las características estratigráficas de la Formación Báucarit, se describieron los afloramientos y se tomaron muestras para petrografía.

En base a las características litológicas, geofísicas e hidráulicas, la Formación Báucarit se puede caracterizar de la siguiente manera (Tabla 13).

LITOLOGÍA	EDAD	VALORES DE RESISTIVIDAD	VALORES DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA	VALORES DE COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO
Báucarit fina	Mioceno (23-17 Ma)	7-25 Ω m	3.38x10 ⁻⁵ – 1.6x10 ⁻² m/s	6.42x10 ⁻²
Báucarit gruesa		25-70 Ω m		

Tabla 13. Caracterización de la Formación Báucarit

8. REFERENCIAS

- Aranda-Gómez, J. J., Henry C. D., Luhr, J. F., McDowell, F. W., 1997, Cenozoic volcanism and tectonics in NW Mexico a transect across the Sierra Madre Occidental volcanic field and observations on extension related magmatism in the southern Basin and Range and Gulf of California tectonic provinces: en Aguirre-Díaz, G. J., Aranda-Gómez, J. J., Carrasco-Núñez, G., Ferrari, L. (eds.), Magmatism and tectonics in the central and northwestern Mexico -a selection of the 1997 IAVCEI General Assembly excursions, México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, p. 41.
- Bourdet, D., et al, 1983, A new set of type curves simplifies well test analysis. *World Oil* 196:95-106
- Busby, C.J. et al, 2004, Climatic and tectonic control on Jurassic intra-arc basins related to northward drift of North America. *Geological Society of America*, pag. 359-376.
- Calles-Montijo, R., 1999, Evolución tectono-sedimentaria de las cuencas terciarias— Porción sur cuenca de Ures y Punta de Agua, Sonora central, México: Hermosillo, Universidad de Sonora, Departamento de Geología, tesis de maestría, 67 p. (inérita).
- Custodio, E., y Llamas, M.R., 1996, Hidrología subterránea, Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona España, 2ra. Edición corregida
- Damon, P.E., Shafiqullah, M., Roldan-Quintana, J., Cochemé, J.J., 1983b, El batolito Laramide (90–40 Ma) de Sonora, en XV Convención Nacional de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México: Guadalajara, Jalisco, 63–95.
- De la O-Villanueva, M., 1992, Sedimentología y petrografía de la Formación Báucarit (Mioceno) en la cuenca Tónichi-La Dura, Sonora, México: Linares, Universidad Autónoma de Nuevo León, tesis de maestría, 63 p. (inérita).
- Demant, A.; Cochemé, J.J.; Depretti, P.; y Piguet, P., 1989, Geology and petrology of the Tertiary volcanics of the northwestern Sierra Madre Occidental, Mexico: *Bulletin de la Société Géologique de France*, v. 8, p. 737–748.
- Dickinson, W.R., Kulte, M.A., Swift, P.A., 1986, The Bisbee basin and its bearing on late Mesozoic paleogeographic and paleotectonic relations between the Cordilleran and Caribbean regions. *Cretaceous Stratigraphy, Western North America*, Abbott, P.L., (E.d.) Pacific Section (SEPM) Book 46, 51-62.
- Ferrari, L., Valencia Moreno, M., Scott, B., 2005, Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica, Tomo LVII, *Npum.* 3, Pag. 343-378.

- Gans, P.B., 1997, Large-magnitude Oligo-Miocene extension in southern Sonora— Implications for the tectonic evolution of northwest Mexico: *Tectonics*, v. 16, p. 388–408.
- García, E., Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. Núm. 6, quinta edición, 2004.
- Gonzalez-León, C.M., Lawton, T.F., 1995, Stratigraphy, depositional environments, and origin of the Cabullona basin, northeastern Sonora. *Geological Society of America Special Paper 301*, pag. 121-142.
- González-León, C.M., Stanley, G.D., Gehrels, G.E., and Centeno-García, E., 2005, New data on the lithostratigraphy, detrital zircon and Nd isotope provenance, and paleogeographic setting of the El Antimonio Group, Sonora, Mexico, in Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W. and Steiner, M.B., eds., *The Mojave-Sonora megashear hypothesis: Development, assessment, and alternatives: Geological Society of America Special Paper 393*, p. 259-282.
- Gonzalez-León, C.M., 2008, Upper Aptian-Lower Albian Mural Formation: Stratigraphy, biostratigraphy and depositional cycles on the Sonoran shelf, northern México, pag. 249-266.
- González-León, C.M., et al, 2010, Arizpe sub-basin: A sedimentary and volcanic record of Basin and Range extension in north-central Sonora, México, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* v. 27 núm. 2, p 292-312.
- Grijalva-Noriega, F.J., Roldán-Quintana, J., 1998 an overview of the Cenozoic tectonic and magmatic evolution of Sonora, northwestern Mexico; *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(2), 145-156.
- Haxel, G.B., 1980a, Reconnaissance geologic map of the Baboquivari Peak 15° quadrangle, Arizona: U.S. Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map MF-1251, scale 1:62,500.
- Grijalva-Noriega, F., Minjarez-Sosa, I, Monreal-Saavedra, R. y Gray, F., 2016. Estratigrafía de la Formación Nogales (Mioceno) en Nogales Arizona y su relación con la Formación Báucarit en Sonora: Libro de Resúmenes, Semana Cultural de Geología, UNISON, 31
- King, E.R., 1939, Geological Reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico: *Bulletin of the Geological Society of America*, 50, 1625-1722.
- Kruseman, G.P., de Ridder, N.A., 1990, Analysis and evaluation of pumping test data, University of Michigan, publication 47, p. 377.
- Page, W., Menges, Ch., Gray, F., Berry, M., Bultman, M., Cosca, M y Paco VanSistine, D, 2016a, Geologic map of the rio Rico and Nogales 7.5' quadrangles, Santa Cruz County, Arizona: USGS Scientific Investigations Map 3354, 32 p.

- Page, W., Gray, F., Bultman, M. y Menges, Ch., 2016b, Hydrogeologic investigations of the Miocene Nogales Formation in the Nogales Area, Upper Santa Cruz Basin, Arizona: Scientific Investigations Report 2016-5087, 32 p.
- Paz-Moreno, F.A., 1992, Le volcanisme mio-plio-quaternaire de l'Etat du Sonora (nord-ouest du Mexique): évolution spatiale et chrono-logique ; implications pétrogénétiques: Université Aix-Marseille III, Thèse de Doctorat, 220 p.
- Ransome, F.L. 1904, The geology and ore deposits of the Bisbec Quadrangle Arizona, U.S.: Geol. Survey Prof. Paper Núm. 168 pags.
- Reading, H.G., 1996, Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy, Department of Earth Sciences, University of Oxford, third edition, p. 18-23
- Riggs, N.R., Haxel, G.B., 1990, Paleogeography and tectonic setting of the Jurassic magmatic arc in southern Arizona; Progress and problems: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 22, p. 78.
- Rueda Gaxiola, J., 2004, A triple junction in the Gulf of México: Implications for deep petroleum exploration, *Geofísica Internacional*. XLIII: 395-414.
- Taliaferro, N.L. 1933. An Occurrence of Upper Cretaceous Sediments in Northern Sonora México: *Jour Geol*. Vol. 41 No. 91 p. 12-37.
- Miall, A., 1996, The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology, Springer eds. 582 p.
- Miranda-Gasca, M.Á., y De Jong, K.A., 1992, The Magdalena midTertiary extensional basin, in Clark, K.F.; Roldán-Quintana, Jaime; y Schmidt, R.H., eds., Geology and mineral resources of northern Sierra Madre Occidental, Mexico: The El Paso Geological Society, Guidebook for the 1992 Field Conference, p. 377–384.
- Montigny, R., Demant, A., Delpretti, P., Pigué, P., Cocheme, J. J., 1987, Chronologie K/Ar de secuencias volcanique tertiaires du nord de la Sierra Madre Occidental, Mexique: *Académie des Sciences Comptes Rendus*, Paris, D, 304, 987-992.
- McDowell, F. W., Roldán-Quintana, J., Amaya-Martínez, R., 1997, Interrelationship of sedimentary and volcanic deposits associated with Tertiary extension in Sonora, Mexico, *Geological Society of America Bulletin*, 109, 1349–1360.
- Vega-Granillo, Ricardo, y Calmus, Thierry, 2003, Mazatán metamorphic core complex (Sonora, Mexico)—Structures along the detachment fault and its exhumation evolution: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 16, núm. 4, p. 193– 204

Vidal-Solano, J., Paz-Moreno, F:A., Demant, A., López-Martínez, M., 2007, Ignimbritas hiperalcalinas el Mioceno medio en Sonora Central: revaluacion de la estratigrafía y significado del volcanismo terciario: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 24(1), pag. 47-67.

ANEXOS

GRANULOMETRÍA

Con el fin de conocer las propiedades mecánicas y del origen de los sedimentos encontrados en el corte litológico del pozo se analizaron muestras con ayuda del microscopio petrográfico LEICA EZ4HD. A continuación se presenta el intervalo de muestra y su descripción.

Pozo Arizpe

De 6 a 8 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.02 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.73 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.182 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 8 a 10 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11.1 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.07 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.91 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.166 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 10 a 12 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de subangulosos a subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.09 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.95 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.114 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



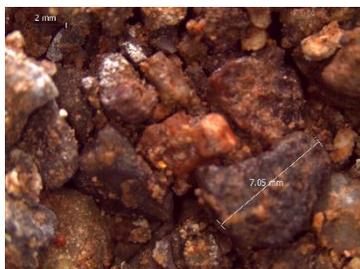
De 12 a 14 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.23 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.89 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.278 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 14 a 16 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.26 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.89 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.232 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 16 a 18 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7.05 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.17 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.90 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.107 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 18 a 20 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.07 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.257 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 20 a 22 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de subangulosos a subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8.15 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.17 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.81 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.174 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 22 a 24 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.14 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.8 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.256 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 24 a 26 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.06 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.34 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.69 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.132 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 26 a 28 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.11 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.92 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.207 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 28 a 30 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.07 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.9 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.107 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 75% de fragmentos de roca y 25% de arcilla.



De 30 a 32 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.12 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.214 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca y 20% de arcilla.



De 32 a 34 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.86 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.182 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo, y 15% de arcilla.



De 34 a 36 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.39 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.19 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.98 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.225 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 5% de arcilla.



De 36 a 38 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6.10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.91 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.303 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de arcilla.



De 38 a 40 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.03 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.93 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.206 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 5% de arcilla.



De 40 a 42 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.153 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 10% de arcilla.



De 42 a 44 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6.38 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.18 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.81 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.283 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 15% de arcilla.



De 44 a 46 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.04 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.65 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.225 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 10% de arcilla.



De 46 a 48 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.04 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.89 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.152 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 10% de arcilla.



De 48 a 50 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de subangulosos a subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 2.9 milímetros y 2.01 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.98 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.18 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 5% de arcilla.



De 50 a 52 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4.93 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.09 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.215 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 5% de arcilla.



De 52 a 54 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.04 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.95 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.107 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 5% de arcilla.



De 54 a 56 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4.58 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.152 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 10% de arcilla.



De 56 a 58 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeado, guijarros de tamaños aproximados a los 11 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.89 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.250 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 70% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 25% de arcilla.



De 58 a 60 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.35 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.22 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 65% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 30% de arcilla.



De 60 a 62 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.73 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.21 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.195 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 35% de arcilla.



De 62 a 64 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.90 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0834 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 30% de arcilla.



De 64 a 66 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre los 3 milímetros y 2.15 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.48 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0840 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 66 a 68 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.5 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.56 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0787 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 68 a 70 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.782 milímetros y arenas medianas de tamaños aproximados a los 0.379 milímetros. Arenas muy finas de tamaños aproximados entre 0.180 milímetros y 0.0834 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 70 a 72 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y Arena muy gruesa de tamaños aproximados a los 1.62 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.733 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0977 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 72 a 74 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas medianas de aproximadamente 0.310 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0787 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 74 a 76 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.5 milímetros. Arenas medianas de aproximadamente 0.383 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.092 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 76 a 78 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 7 milímetros y 5 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.990 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0981 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 78 a 80 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.898 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0781 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 80 a 82 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 15 milímetros y 5 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.615 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0787 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 17% de fragmentos de roca y 3% de granos de cuarzo, 80% de arcilla.



De 82 a 84 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.512 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0691 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 17% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 84 a 86 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 6 milímetros y 5 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.707 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.069 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 17% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 86 a 88 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 10 milímetros y 8 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.707 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.069 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 22% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 75% de arcilla.



De 88 a 90 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 6 milímetros y 4 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.940 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.160 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 17% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 90 a 92 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.02 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.166 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 92 a 94 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 8 milímetros y 4 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.735 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.136 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 94 a 96 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 12 milímetros y 7 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.04 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.238 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 96 a 98 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.517 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.173 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 17% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 98 a 100 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.685 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.163 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 100 a 102 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 3 milímetros y 2.5 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.09 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.136 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 102 a 104 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 6 milímetros y 4 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.726 milímetros y arenas muy fina de tamaños próximos a 0.090 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 104 a 106 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 6 milímetros y 4 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.07 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.121 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 12% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 106 a 108 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.11 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0926 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 14% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 83% de arcilla.



De 108 a 110 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.618 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0628 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 12% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 110 a 112 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.687 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0787 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 14% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 83% de arcilla.



De 112 a 114 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.531 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0981 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 114 a 116 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 6 milímetros y 5 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.743 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.117 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 14% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 83% de arcilla.



De 116 a 118 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.974 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.127 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 82% de arcilla.



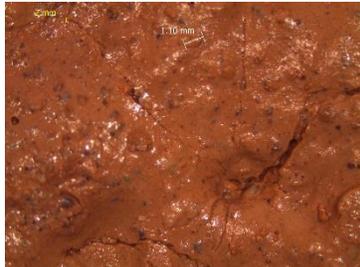
De 118 a 120 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 8 milímetros y 6 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.970 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.114 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 120 a 122 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.729 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.142 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 13% de fragmentos de roca, 7% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



De 122 a 124 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeado, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.640 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.118 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 8% de fragmentos de roca, 7% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



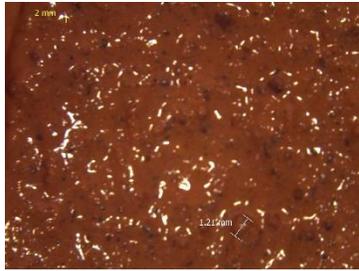
De 124 a 126 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.19 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.761 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.122 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 12% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 126 a 128 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.35 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.887 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.148 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 12% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



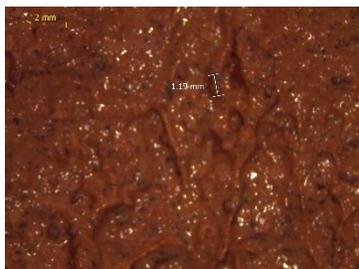
De 128 a 130 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 3 milímetros y 2 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.21 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.124 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 10% de fragmentos de roca, 3% de granos de cuarzo y 87% de arcilla.



De 130 a 132 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.27 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0879 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 13% de fragmentos de roca, 7% de granos de cuarzo y 80% de arcilla.



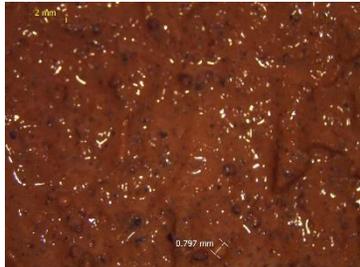
De 132 a 134 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 3.5 milímetros y 3 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.19 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.140 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 11% de fragmentos de roca, 4% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 134 a 136 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 8 milímetros y 5 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.19 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.177 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 10% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 136 a 138 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.797 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.166 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 11% de fragmentos de roca, 4% de granos de cuarzo y 85% de arcilla.



De 138 a 140 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.863 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.127 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 9% de fragmentos de roca, 4% de granos de cuarzo y 87% de arcilla.



De 140 a 142 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados a los 2.60 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados entre 1.54 milímetros y 1.27 milímetros. Arenas finas de aproximadamente 1.88 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 50% de fragmentos de roca, 40% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 142 a 144 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 3.31 milímetros y 2.36 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.28 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.278 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 70% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 144 a 146 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, gránulos de tamaños aproximados entre 2.29 milímetros y 2.13 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.997 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.250 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 146 a 148 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 8.46 milímetros y 5.01 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.92 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.182 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 70% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 148 a 150 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4.29 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.04 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.39 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.267 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 70% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



Pozo Bacanuchi

De 0 a 2.07 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11.39 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.8 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.93 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



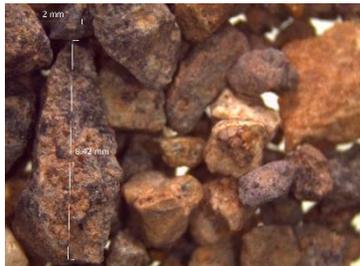
De 2.07 a 4.13 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8.83 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.11 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros a los 1.10 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 4.13 a 6.2 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11.51 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.22 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.93 milímetros a los 1.26 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 6.2 a 8.27 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8.42 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.1 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.83 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.944 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 100% de fragmentos de roca.



De 8.27 a 10.33 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10.14 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.27 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.41 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.461 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 100% de fragmentos de roca.



De 10.33 a 12.4 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7.22 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.94 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.461 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 100% de fragmentos de roca.



De 12.4 a 14.47 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11.29 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.08 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.451 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 100% de fragmentos de roca.



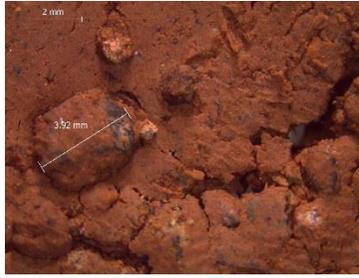
De 14.47 a 16.53 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11.38 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.17 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.71 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.651 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 16.53 a 18.6 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9.72 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.4 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.94 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.615 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 18.6 a 20.67 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, gránulos de tamaños aproximados de 3.92 milímetros a los 2.6 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.86 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.568 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de arcillas y 15% de fragmentos de roca.



De 20.67 a 22.73 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, gránulos de tamaños aproximados de 3.44 milímetros a los 2.18 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.72 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.498 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 45% de arcillas 55% de fragmentos de roca.



De 22.73 a 24.8 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, gránulos de tamaños aproximados a los 2.43 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 96% arcillas y 4% de fragmentos de roca.



De 24.8 a 26.87 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.85 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 0.705 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 84% arcillas y 16% de fragmentos de roca.



De 26.87 a 28.93 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos. La muestra presenta un porcentaje del 100% de arcillas.



De 28.93 a 31 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos. La muestra presenta un porcentaje del 100% de arcillas.



De 31 a 33.07 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros y arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.52 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 86% de arcillas y 14% de fragmentos de roca.



De 33.07 a 35.13 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.5 milímetros y arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.835 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 92% de arcillas y 8% de fragmentos de roca.



De 35.13 a 37.20 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos. La muestra presenta un porcentaje del 100% de arcillas.



De 37.2 a 39.27 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.51 milímetros y arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.96 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 93% de arcillas y 7% de fragmentos de roca.



De 39.27 a 41.33 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.89 milímetros y arenas medianas de tamaños aproximados a los 0.474 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de arcillas y 15% de fragmentos de roca.



De 41.33 a 43.40 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y arenas medianas de tamaños aproximados a los 0.4 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de arcillas y 10% de fragmentos de roca.



De 43.40 a 45.47 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.562 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.123 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de arcillas y 10% de fragmentos de roca.



De 45.47 a 47.53 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.509 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.111 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de arcilla y 10% de fragmentos de roca.



De 47.53 a 49.6 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.809 milímetros y arenas finas de tamaños aproximados a los 0.156 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 92% de arcillas y 8% de fragmentos de roca.



De 49.6 a 51.67 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.954 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.122 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 93% de arcillas y 7% de fragmentos de roca.



De 51.67 a 53.73 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas medianas de tamaños aproximados a los 0.430 milímetros y arenas finas de tamaños aproximados a los 0.15 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 93% de arcillas y 7% de fragmentos de roca.



De 53.73 a 55.80 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.749 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.113 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de arcillas y 10% de fragmentos de roca.



De 55.80 a 57.87 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.77 milímetros y arenas finas de tamaños aproximados a los 0.153 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de arcillas y 10% de fragmentos de roca.



De 57.87 a 59.93 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.617 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.0672 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de arcillas y 5% de fragmentos de roca.



De 59.93 a 62 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, arenas medianas de tamaños aproximados a los 0.349 milímetros y arenas muy finas de tamaños aproximados a los 0.0695 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de arcillas y 5% de fragmentos de roca.



De 62 a 64.07 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, gránulos de tamaños aproximados de 3.15 milímetros a los 2.45 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.91 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.406 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de arcillas y 20% de fragmentos de roca.



De 64.07 a 66.13 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 14 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.39 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.88 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.189 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de arcillas y 85% de fragmentos de roca.



De 66.13 a 68.2 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8.45 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.86 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.329 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de arcillas y 20% de fragmentos de roca.



De 68.2 a 70.27 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarro de tamaños aproximados a los 11 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.22 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.850 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de arcillas y 85% de fragmentos de roca.



De 70.27 a 72.33 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6.86 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.567 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de arcillas y 85% de fragmentos de roca.



De 72.33 a 74.4 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarro de tamaños aproximados a los 6.86 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.79 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.425 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 10% de arcillas, 85% de fragmentos de roca y 5% de cuarzo.



De 74.4 a 76.47 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.22 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.494 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 10% de arcillas, 90% de fragmentos de roca.



De 76.47 a 78.53 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.94 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.03 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.494 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de arcillas, 80% de fragmentos de roca.



De 78.53 a 80.60 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7.53 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.08 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.616 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 25% de arcillas, 75% de fragmentos de roca.



De 80.60 a 82.67 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 12 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.18 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.84 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.459 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 10% de arcillas, 90% de fragmentos de roca.



De 82.67 a 84.73 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarro de tamaños aproximados a los 8.2 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.86 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.44 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 5% de arcillas, 95% de fragmentos de roca.



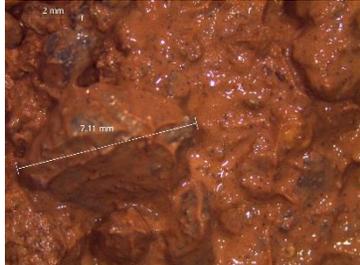
De 84.73 a 86.8 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarro de tamaños aproximados a los 14 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.98 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.698 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de arcillas, 85% de fragmentos de roca.



De 86.8 a 88.87 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarras de tamaños aproximados a los 6.27 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.15 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.234 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de arcillas, 40% de fragmentos de roca.



De 88.87 a 90.93 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7.11 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.267 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de arcillas, 40% de fragmentos de roca.



De 90.93 a 93 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.23 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.26 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.76 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.242 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de arcillas, 40% de fragmentos de roca.



De 93 a 95.07 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarro de tamaños aproximados a los 16 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.02 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.79 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.146 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de arcillas, 70% de fragmentos de roca.



De 95.07 a 97.13 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7.77 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.17 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.84 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.146 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 40% de arcillas, 60% de fragmentos de roca.



De 97.13 a 99.2 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 13 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.29 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.91 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.349 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de arcillas, 80% de fragmentos de roca.



De 99.2 a 100.4 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.16 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.85 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.135 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 15% de arcillas, 85% de fragmentos de roca.



Pozo Tahuichopa

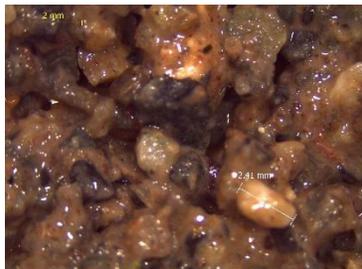
De 0 a 2 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.62 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.20 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.137 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 5% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 2 a 4 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.80 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.884 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.212 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca y 30% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 4 a 6 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.4 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.722 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.277 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 65% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 6 a 8 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.75 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.02 milímetros y arenas gruesas de tamaños próximos a 0.694 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 65% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 8 a 10 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.29 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.861 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.336 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y menos del 10% de arcilla.



De 10 a 12 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.58 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.36 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.284 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y 15% de arcilla.



De 12 a 14 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.61 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.23 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.438 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 60% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y 15% de arcilla.



De 14 a 16 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.68 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.438 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 15% de arcilla.



De 16 a 18 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.29 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.30 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.275 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 52% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 18% de arcilla.



De 18 a 20 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.69 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.23 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.246 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y 20% de arcilla.



De 20 a 22 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.91 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.978 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.300 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y 25% de arcilla.



De 22 a 24 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.25 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.614 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.219 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 23% de granos de cuarzo y 25% de arcilla.



De 24 a 26 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.29 milímetros. Arenas medianas de tamaños entre 0.485 milímetros y 0.287 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 55% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y 35% de arcilla.



De 26 a 28 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.11 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.889 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.171 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 35% de fragmentos de roca, 25% de granos de cuarzo y 45% de arcilla.



De 28 a 30 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados entre 1.34 milímetros y 1.04 milímetros. Arenas medianas de aproximadamente 0.275 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de fragmentos de roca, 20% de cuarzo y 50% de arcilla.



De 30 a 32 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.83 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.14 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.352 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 28% de fragmentos de roca, 17% de granos de cuarzo y 55% de arcilla.



De 32 a 34 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.21 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.563 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.257 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo, y 50% de arcilla.



De 34 a 36 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.47 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.911 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.254 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 40% de fragmentos de roca, 35% de granos de cuarzo y 25% de arcilla.



De 36 a 38 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.68 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.49 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.193 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 45% de fragmentos de roca, 35% de granos de cuarzo y 20% de arcilla.



De 38 a 40 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.83 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.49 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.343 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 46% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 24% de arcilla.



De 40 a 42 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.68 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.58 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.252 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 42% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 28% de arcilla.



De 42 a 44 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.67 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.54 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.491 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 42% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 28% de arcilla.



De 44 a 46 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.80 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.70 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.264 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 36% de fragmentos de roca, 30% de granos de cuarzo y 34% de arcilla.



De 46 a 48 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.53 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.98 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.447 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 36% de fragmentos de roca, 28% de granos de cuarzo y 36% de arcilla.



De 48 a 50 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a 6 milímetros y gránulos de tamaños próximos a 3.07 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.12 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.215 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 32% de fragmentos de roca, 28% de granos de cuarzo y 40% de arcilla.



De 50 a 52 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 5 milímetros y 4 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.67 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.237 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 32% de fragmentos de roca, 26% de granos de cuarzo y 42% de arcilla.



De 52 a 54 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.78 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.545 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.165 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 31% de fragmentos de roca, 22% de granos de cuarzo y 47% de arcilla.



De 54 a 56 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.85 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.872 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.237 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 30% de fragmentos de roca, 20% de granos de cuarzo y 50% de arcilla.



De 56 a 58 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.03 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.770 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.286 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 18% de granos de cuarzo y 55% de arcilla.



De 58 a 60 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.74 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.27 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.233 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 16% de granos de cuarzo y 57% de arcilla



De 60 a 62 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.74 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.75 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.215 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 26% de fragmentos de roca, 14% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 62 a 64 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 7 milímetros y 6.38 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.913 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.301 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 24% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 64% de arcilla.



De 64 a 66 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños próximos a los 7 milímetros, gránulos de tamaños aproximados a los 2.30 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.865 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.144 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 26% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 64% de arcilla.



De 66 a 68 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.82 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.765 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.246 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 58% de arcilla.



De 68 a 70 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.19 milímetros. Arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.963 milímetros y arenas medianas de aproximadamente 0.253 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 58% de arcilla.



De 70 a 72 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y Arena muy gruesa de tamaños aproximados a los 1.65 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.531 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.192 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 28% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 72 a 74 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.62 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.949 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.221 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 28% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 74 a 76 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.58 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.697 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.224 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 25% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 63% de arcilla.



De 76 a 78 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.14 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.01 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.241 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 25% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 63% de arcilla.



De 78 a 80 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y arenas muy gruesas de tamaños aproximados a los 1.38 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.733 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.130 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 32% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 53% de arcilla.



De 80 a 82 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.06 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.873 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.174 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 32% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo, 53% de arcilla.



De 82 a 84 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y arenas gruesas de tamaños aproximados a los 0.5 milímetros. Arenas finas de aproximadamente 0.13 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.0646 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 18% de granos de cuarzo y 55% de arcilla.



De 84 a 86 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados entre 8 milímetros y 4.12 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.649 milímetros y arenas muy finas de tamaños próximos a 0.118 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 28% de fragmentos de roca, 16% de granos de cuarzo y 56% de arcilla.



De 86 a 88 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.46 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.44 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.253 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 25% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 60% de arcilla.



De 88 a 90 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.84 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.778 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.283 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 23% de fragmentos de roca, 14% de granos de cuarzo y 63% de arcilla.



De 90 a 92 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.98 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.47 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.268 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 58% de arcilla.



De 92 a 94 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y arenas muy gruesas a los 1.52 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.678 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.160 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 27% de fragmentos de roca, 15% de granos de cuarzo y 58% de arcilla.



De 94 a 96 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.26 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.44 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.327 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 23% de fragmentos de roca, 12% de granos de cuarzo y 65% de arcilla.



De 96 a 98 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.77 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.30 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.282 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 20% de fragmentos de roca, 10% de granos de cuarzo y 70% de arcilla.



De 98 a 100 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, subredondeados, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.61 milímetros. Arenas gruesas de aproximadamente 0.731 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.237 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 18% de fragmentos de roca, 8% de granos de cuarzo y 74% de arcilla.



Pozo Bacanuchi 1 Bis

De 0 a 2 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.66 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.74 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.315 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 2 a 4 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.40 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.62 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.479 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 4 a 6 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.50 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.39 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.459 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 6 a 8 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.8 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.84 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.303 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 8 a 10 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.78 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.09 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.294 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 10 a 12 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.83 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.02 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.271 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 12 a 14 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.30 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.79 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.204 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 14 a 16 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.02 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.29 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.323 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 16 a 18 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.52 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.20 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.28 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.300 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 18 a 20 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5.75 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.33 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.05 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.190 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 20 a 22 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.69 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.25 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.187 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 22 a 24 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.56 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.87 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.133 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 24 a 26 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.67 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.69 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.309 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 26 a 28 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.22 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.31 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.232 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 28 a 30 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.40 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 0.920 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.325 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 30 a 32 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.31 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.65 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.202 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 32 a 34 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.07 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.11 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.255 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 34 a 36 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.49 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.347 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 36 a 38 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 12 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.56 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.90 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.307 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 38 a 40 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.235 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 40 a 42 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.10 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.31 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.441 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 42 a 44 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.62 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.38 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.426 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 44 a 46 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.61 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.24 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.463 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 46 a 48 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.04 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.58 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.400 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 48 a 50 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.21 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.03 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.440 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 50 a 52 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.16 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.12 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.79 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.436 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 97% de fragmentos de roca y 3% de granos de cuarzo.



De 52 a 54 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.02 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.13 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.269 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 54 a 56 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 13 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.69 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.07 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.426 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 56 a 58 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.58 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.71 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.463 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 58 a 60 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.60 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.57 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.374 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 60 a 62 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.38 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.35 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.320 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 98% de fragmentos de roca y 2% de granos de cuarzo.



De 62 a 64 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.50 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.374 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 98% de fragmentos de roca y 2% de granos de cuarzo.



De 64 a 66 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 12 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.25 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.48 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.428 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 66 a 68 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4.25 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.01 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.30 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.402 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 68 a 70 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 13 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.15 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.76 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.395 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 70 a 72 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.31 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.32 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.402 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 72 a 74 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6.5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.22 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.57 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.386 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 74 a 76 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.59 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.49 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.335 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 76 a 78 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.55 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.62 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.339 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 78 a 80 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.13 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.16 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.253 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 80 a 82 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.27 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.82 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.298 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 82 a 84 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.37 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.69 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.422 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 84 a 86 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.70 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.54 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.445 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 86 a 88 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.29 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.05 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.286 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 88 a 90 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.23 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.75 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.315 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 90 a 92 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.36 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.63 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.267 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 92 a 94 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.19 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.52 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.231 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 94 a 96 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.29 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.73 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.292 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 96 a 98 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.66 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.92 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.339 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 98 a 100 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.34 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.67 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.434 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 100 a 102 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 11 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.66 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.67 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.395 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 102 a 104 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.45 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.27 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.322 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca y 20% de granos de cuarzo.



De 104 a 106 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.78 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.69 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.238 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 106 a 108 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 13 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.79 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.378 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 108 a 110 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.25 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.41 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.376 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 110 a 112 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.68 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.60 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.297 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 112 a 114 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.31 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.24 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.438 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 114 a 116 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 9 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.07 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.91 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.214 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 116 a 118 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.76 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.46 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.326 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca y 20% de granos de cuarzo.



De 118 a 120 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.84 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.65 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.370 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 120 a 122 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.57 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.60 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.212 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 80% de fragmentos de roca y 20% de granos de cuarzo.



De 122 a 124 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.82 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.32 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.289 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 124 a 126 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 8 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.51 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.21 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.268 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 126 a 128 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 10 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.87 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.09 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.233 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 128 a 130 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.33 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.10 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.343 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 130 a 132 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.64 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.05 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.253 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 132 a 134 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.86 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.20 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.226 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 134 a 136 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 4 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.23 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.14 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.426 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 136 a 138 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.71 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.70 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.426 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 138 a 140 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.35 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.97 milímetros y arenas finas de tamaños próximos a 0.235 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 85% de fragmentos de roca y 15% de granos de cuarzo.



De 140 a 142 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.70 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.39 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.386 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 142 a 144 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.89 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.49 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.338 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



De 144 a 146 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 6 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.97 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.69 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.413 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 146 a 148 metros. Se pueden observar granos mal clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 7 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 2.63 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.19 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.391 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 95% de fragmentos de roca y 5% de granos de cuarzo.



De 148 a 150 metros. Se pueden observar granos moderadamente clasificados, de angulosos a subangulosos, guijarros de tamaños aproximados a los 5 milímetros y gránulos de tamaños aproximados a los 3.61 milímetros. Arenas muy gruesas de aproximadamente 1.35 milímetros y arenas medianas de tamaños próximos a 0.287 milímetros. La muestra presenta un porcentaje del 90% de fragmentos de roca y 10% de granos de cuarzo.



