



AUTORES:

**JHON ALEX BELEÑO PACHECO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR-CESAR**

**2024**



**EVALUACIÓN GEOTÉCNICA AMBIENTAL DE LA CALIDAD DE LOS SUELOS EXPLORADOS POR V&O INGENIERÍA SAS, PARA LA RELOCALIZACIÓN DEL ARROYO SAN ANTONIO UBICADO EN LA MINA PRIBBENOW.**

**AUTORES:**

**JHON ALEX BELEÑO PACHECO**

**DIRECTOR/ASESOR:**

**ANGELICA PATRICIA VANEGAS PADILLA**

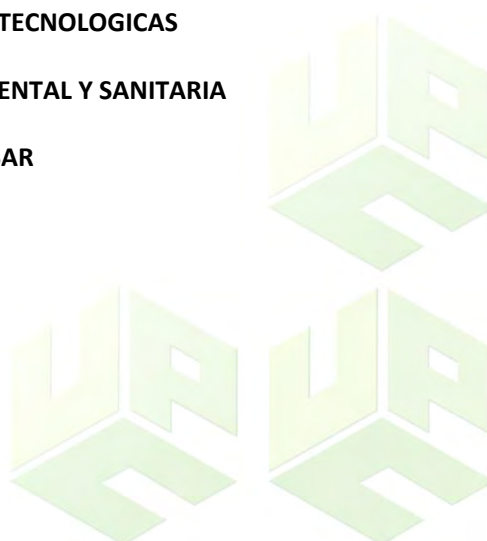
**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR-CESAR**

**2024**



## DEDICATORIA

Primeramente, quiero darle gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto, en donde he podido adquirir muchos conocimientos y destrezas que me ayudan a desenvolverme mejor en un entorno laboral ahora mismo y en el futuro venidero, también, quiero a agradecer a mis padres que siempre han estado apoyándome y motivándome cada vez que pueden a lo largo de este proceso, gracias por sus consejos y llamados de atención que han hecho de mí una mejor persona.

También quiero agradecer a mis hermanos por estar siempre conmigo en las buenas y las malas, a mi grupo de amigos de la carrera que siempre estuvieron conmigo para ayudarme a entender las cosas que se me dificultaban.

Por ultimo y no menos importante, quiero agradecer a mis docentes, en especial a la ingeniera Angélica Patricia Vanegas Padilla que junto al ingeniero Eberto Rafael Ortega Sinning fueron pilares importantes dentro de mi proceso de formación, tanto en el ámbito académico como en el laboral.

***“LA VIRTUD NO CONSISTE EN  
HACER LO QUE UNO QUIERE,  
SI NO EN QUERER LO QUE UNO HACE”  
(Aristóteles)***



CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	6
2.	OBJETIVOS .....	7
2.1.	OBJETIVO GENERAL .....	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	7
3.	JUSTIFICACIÓN .....	8
4.	MARCO REFERENCIAL.....	9
4.1.	GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	9
4.1.1	Información Básica De La Empresa. ....	9
5.	RESEÑA HISTORICA.....	9
6.	MISIÓN.....	10
7.	VISIÓN.....	10
8.	POLITICA DE CALIDAD.....	10
8.1.	EXSTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	11
8.2.	MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA.....	11
8.3.	PORTAFOLIO DE SERVICIOS .....	12
9.	MARCO CONTEXTUAL.....	13
9.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA EMPRESA VYO INGENIERÍA S.A.S. ....	14
10.	MARCO CONCEPTUAL.....	14
11.	MARCO LEGAL.....	15
11.1.	Marco Legal De Las Practicas Académicas. ....	15
12.	ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PRÁCTICA.....	15
12.1.	CAMPO DE APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA. ....	15
12.1.1.	La línea de investigación del programa: .....	15
12.1.2.	La sub línea de investigación del programa:.....	15
12.2.	FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA DESARROLLAR.....	16
12.3.	RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA.....	16
13.	DESARROLLO METODOLOGICO .....	16
14.	PRODUCTOS Y RESULTADOS.....	17
14.1.	DETERMINACION DE PUNTOS ESPECIFICOS PARA REALIZAR LAS EXPLORACIONES: .....	17
15.	PRODUCTO .....	20
16.	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	23
17.	RESULTADOS .....	51
18.	CONCLUSIONES .....	52
19.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
20.	ANEXOS .....	54

### LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Generalidades De La Empresa.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2. Normativa: .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3. Desarrollo Metodológico.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Exploración De Calicatas. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 5. Coordenadas SPT.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 6. Registro Fotográfico.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7. Sondeos SPT .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 8. Resultados De Los Ensayos Realizados.....</i>	<i>51</i>

### LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Estructura Organizacional De La Empresa.....	11
FIGURA 2: Mapa De Procesos De La Empresa. ....	11
FIGURA 3: Portafolio De Servicios.....	12
FIGURA 4: Localización De La Empresa.....	13
FIGURA 5: Ubicación De La Empresa VYO INGENIERÍA S.A.S.....	14
FIGURA 6: KMZ De Los Puntos.....	17
FIGURA 7: Avance Del Proyecto.....	19



## 1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural fundamental que sustenta la vida en nuestro planeta y desempeña un papel crucial en numerosos procesos ambientales y geotécnicos. La comprensión de sus propiedades y características es esencial para el desarrollo sostenible y la gestión adecuada de los recursos naturales.

El presente estudio geotécnico ambiental del suelo tiene como objetivo principal evaluar la calidad y la idoneidad del suelo en un área específica, considerando tanto sus aspectos geotécnicos como ambientales. Esta evaluación se realiza con el fin de proporcionar información precisa y detallada que pueda utilizarse en la planificación, el diseño y la implementación de proyectos de ingeniería civil, así como en la toma de decisiones relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente.

El alcance de este estudio abarca la caracterización geotécnica del suelo, que incluye la determinación de sus propiedades, así como la evaluación de su capacidad para soportar cargas.

La importancia de este estudio radica en su contribución a la mitigación de riesgos geotécnicos y ambientales, la optimización de diseños de ingeniería, la prevención de daños a infraestructuras y el fomento de prácticas de desarrollo sostenible. Los resultados obtenidos servirán como base para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de gestión y rehabilitación del suelo, con el fin de garantizar un equilibrio adecuado entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente.

este estudio geotécnico ambiental del suelo representa un paso importante hacia la comprensión y protección de uno de los recursos naturales más vitales de nuestro entorno.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar geotécnica y ambientalmente la calidad de los suelos explorados para la relocalización del arroyo San Antonio ubicado en la mina Pribbenow.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar los diferentes tipos de materiales presentes en la zona adyacente al Arroyo San Antonio mediante calicatas de campo.
- Determinar la compactación de terreno aplicando el ensayo de densidad por el método de cono y arena, la capacidad de infiltración presente en el área de exploración a través del ensayo de permeabilidad (método de Porchet).
- Analizar los resultados obtenidos en los ensayos de densidad y permeabilidad realizados en la zona adyacente al Arroyo San Antonio para la propuesta geotécnica ambiental.



### 3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de proteger los cuerpos de agua es fundamental para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos y para garantizar el acceso a agua limpia y segura para la vida humana y la biodiversidad en general. (Tundisi, J.G., & Tundisi, T.M. , 2009). Debido a los avances en la explotación a cielo abierto en la Mina Pribbenow de la empresa DRUMMOND LTD, el Arroyo San Antonio se ha visto afectado en gran medida, debido a esto la empresa Drummond Ltd. en sus políticas y compromisos menciona, “Nuestras acciones de sostenibilidad se centran en el control y la mitigación de los impactos de la minería, el transporte y el embarque de carbón en el medio ambiente.” (DRUMMOND LTD, 2020)

El Arroyo San Antonio representa un patrimonio natural valioso que merece ser conservado. La importancia de relocalizarlo adecuadamente garantiza su preservación y contribuye a mantener el equilibrio ecológico y biodiversidad; además, las actividades de extracción minera a cielo abierto pueden causar daños ambientales, incluidas actividades erosivas. La reubicación del canal y la implementación de medidas geotécnicas ayudan a mitigar estos efectos negativos y a recuperar áreas afectadas por la extracción minera.

La realización de actividades geotécnicas ambientales y la relocalización del canal Arroyo San Antonio por parte de DRUMMOND LTD., en colaboración con V&O INGENIERÍA SAS, se justifica en términos de responsabilidad social, conservación del patrimonio natural, mitigación de impactos ambientales y mejora del abastecimiento de agua en áreas necesitadas. Estos esfuerzos son fundamentales para alcanzar un equilibrio sostenible entre las actividades empresariales y la protección del medio ambiente.



#### 4. MARCO REFERENCIAL

##### 4.1. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN

##### 4.1.1 Información Básica De La Empresa.

Tabla 1. Generalidades De La Empresa.

<b>Razón Social</b>	VYO Ingeniería S.A.S
<b>NIT</b>	900.600.953-3
<b>Dirección</b>	Calle 2C #8-23 Urbanización Los Campanos
<b>Municipio</b>	VALLEDUPAR
<b>Departamento</b>	CESAR
<b>Nombre Del Representante Legal</b>	ANGELICA PATRICIA VANEGAS
<b>Número De Trabajadores</b>	8
<b>Teléfono/Celular</b>	300 563 3896
<b>Correo Electrónico</b>	vyoingenieria@gmail.com
<b>Nivel De Riesgo</b>	5
<b>ARL</b>	POSITIVA. Compañía de Seguros S.A. NIT 860.011.153-6
<b>Logotipo</b>	 Ilustración 1. Logotipo VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

*Nota. Esta tabla muestra la información básica de la empresa VYO Ingeniería S.A.S. Elaborado por el autor, 2024.*

#### 5. RESEÑA HISTORICA

La organización V&O ingenierías inició sus actividades en el año 2010 en la ciudad de Valledupar, con el nombre de Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfaltos Eberto Ortega Sinning. En el año 2013 se cambia la personería jurídica de la organización y se constituye como V&O Ingeniería S.A.S. Contamos con más de 9 años de experiencia y trayectoria en el mercado regional y nacional.

Desde el comienzo de nuestras actividades, nos especializamos en el servicio de laboratorio de suelos, concretos y asfaltos, interventorías, consultorías civiles, ambientales y sanitarias, participando en los principales proyectos de la región.

Con el transcurso de los años hemos incorporado nuevas líneas de ensayos con el objetivo de proveer a nuestros clientes una solución integral a sus necesidades. Contamos con una gama de profesionales para la realización de todos los ensayos efectuados en nuestras instalaciones y en cada proyecto que se requiera. (VYO Ingeniería S.A.S, 2013)

## 6. MISIÓN

V&O INGENIERÍA es una empresa jurídica del sector de la construcción que brinda los servicios de realización de ensayos e interventorías en el área de ingeniería civil, ambiental y sanitaria a sus clientes particulares e institucionales garantizándoles cumplimiento de los estándares normativos aplicables, óptimos niveles en la calidad y confiabilidad de los ensayos y la oportunidad en el servicio. (V&O, 2013)

## 7. VISIÓN

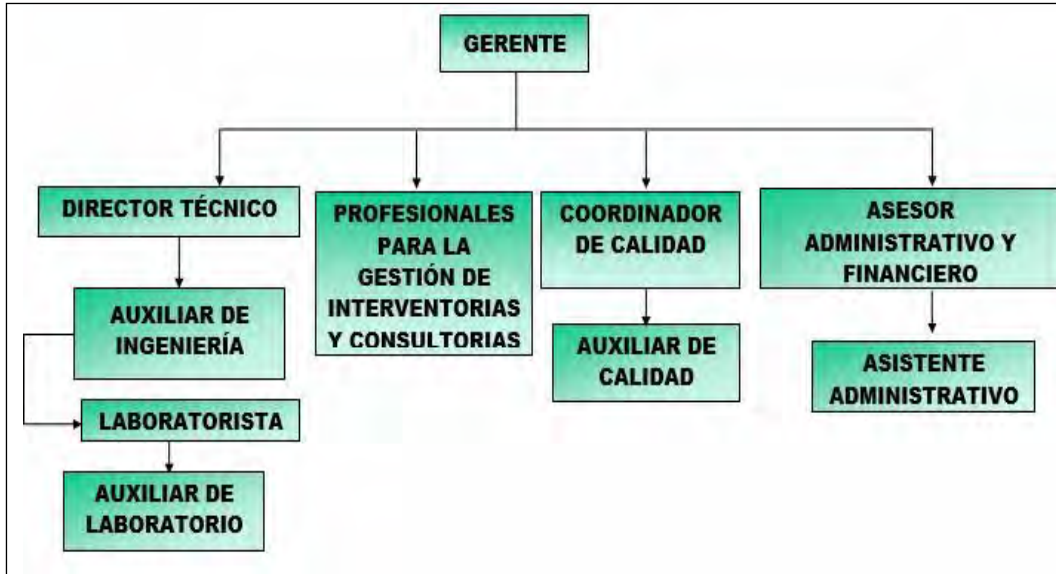
V&O INGENIERÍA se proyecta como la empresa líder a nivel de la región caribe en la prestación de los servicios de realización de ensayos de laboratorio para el sector de la construcción para el área de la ingeniería civil y sanitaria para ser reconocidos como la mejor opción. (V&O, 2013).

## 8. POLITICA DE CALIDAD

V&O INGENIERÍA se compromete a satisfacer las necesidades expectativas y requisitos de los clientes, autoridades reglamentarias y organizaciones que otorgan reconocimiento para la prestación de los servicios de realización de ensayos y consultorías, en el ámbito civil, sanitario y ambiental garantizando a sus clientes el cumplimiento de los estándares de la norma ISO 17025:2017 aplicables, óptimos niveles en la calidad, manteniéndola imparcialidad y confiabilidad de los ensayos elaborado por un equipo humano idóneo comprometido con la eficiencia y eficacia para la entrega oportuna en el servicio por medio de buenas prácticas profesionales en la adecuada gestión de la infraestructura y la mejora de las competencias del profesional que nos permitan alcanzar el posicionamiento y la rentabilidad esperada dentro de un enfoque de mejoramiento continuo de los procesos. (V & O, 2013)

8.1. EXSTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

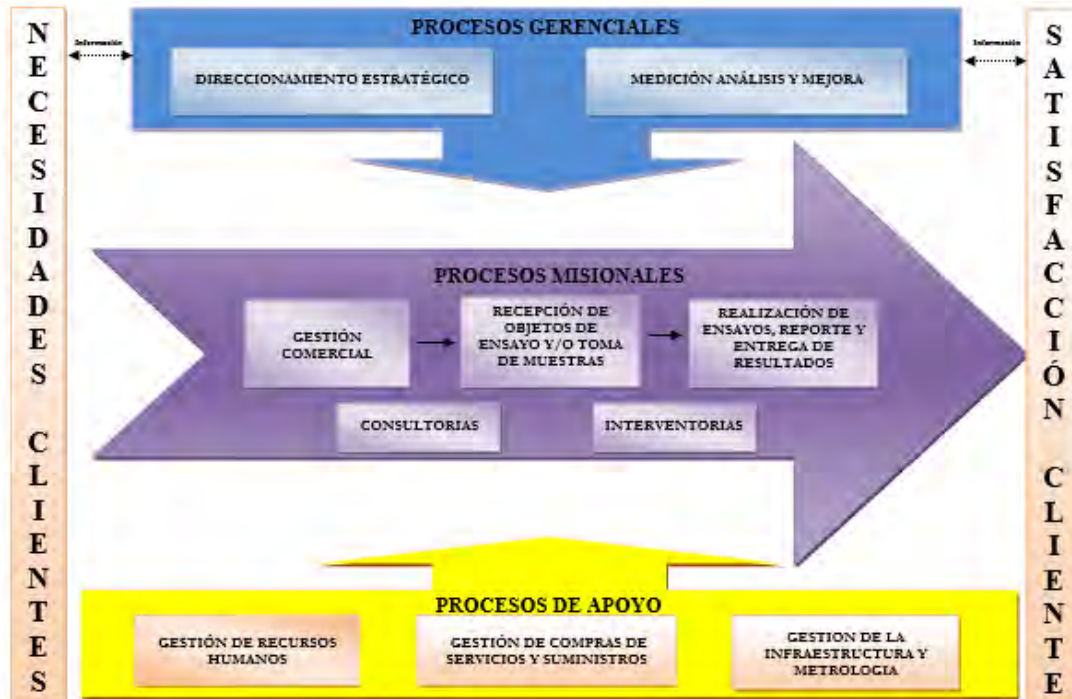
FIGURA 1: Estructura Organizacional De La Empresa.



Nota. esta imagen muestra la estructura organizacional de la empresa VYO Ingeniería SAS.Tomada desde los archivos VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

8.2. MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA

FIGURA 2: Mapa De Procesos De La Empresa.



Nota. Esta imagen contiene el cuadro de procesos desarrollados dentro de la empresa VYO ingeniería S.A.S, Tomada desde los archivos VYO ingeniería S.A.S, 2013.

### 8.3. PORTAFOLIO DE SERVICIOS

FIGURA 3: Portafolio De Servicios.

## NUESTROS SERVICIOS

**CONSULTORÍA CIVIL**

**CONSULTORÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**ESTUDIOS DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS**

**INTERVENTORÍA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTOS**

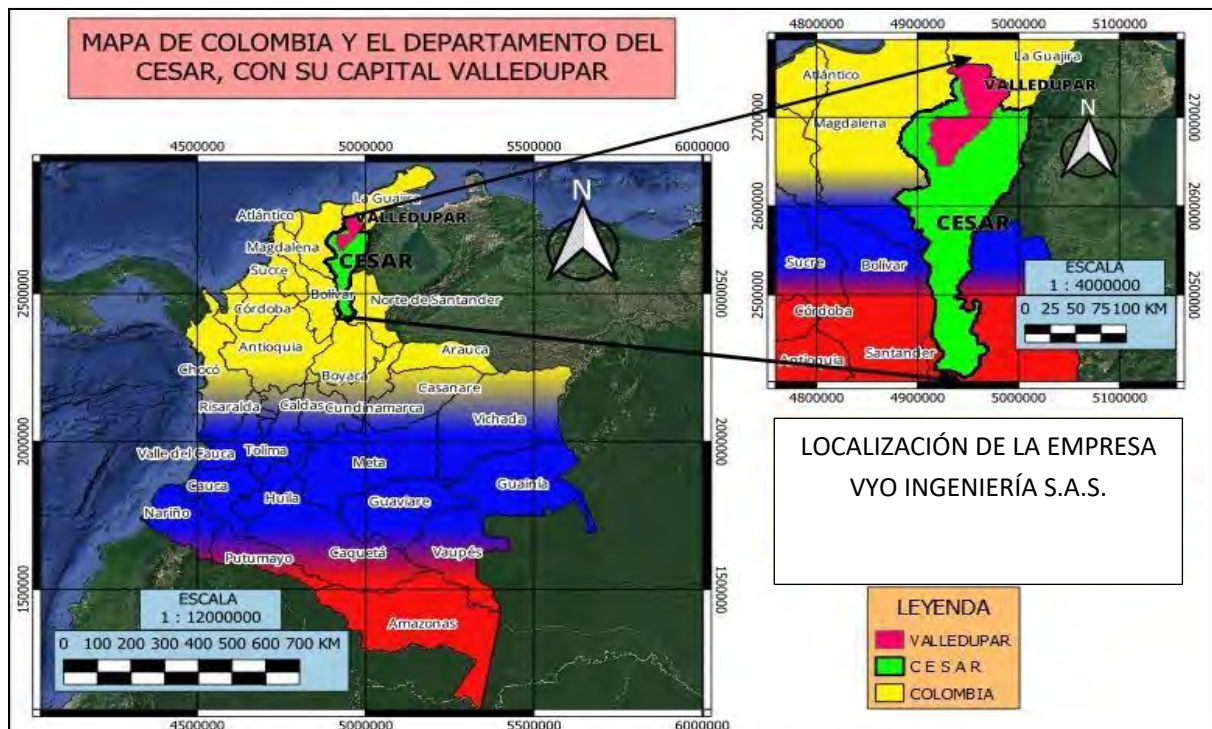
Calle 2C Nº8-29 Los Campesinos Valledupar - Cesar - Colombia  
Celular: 312 449 1172 - 310 723 0798 Tel-Fax: 583 4724 - Email: vyingenieria@gmail.com

Nota. Esta imagen muestra una parte del portafolio de la empresa VYO Ingeniería S.A.S. Tomada desde los archivos VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

## 9. MARCO CONTEXTUAL

La empresa VYO Ingeniería S.A.S está ubicada en la calle 2C # 8-23 barrio los campanos en el municipio de Valledupar capital del departamento del Cesar, en cercanías al río Guatapurí, al parque de la leyenda vallenata, al centro comercial Guatapurí y Homecenter en una zona residencial del norte de la ciudad de Valledupar. En cuanto a los aspectos ambientales esta zona cuenta con todos sus servicios de saneamiento básico.

**FIGURA 4: Localización De La Empresa.**



## 9.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA VYO INGENIERÍA S.A.S.

**FIGURA 5: Ubicación De La Empresa VYO INGENIERÍA S.A.S.**



Nota. En esta imagen encontramos la ubicación del lugar donde se desarrollaron las prácticas académicas, el cual es la empresa VYO Ingeniería S.A.S en la calle 2c #8-23 de la urbanización los campanos en la ciudad de Valledupar. Fuente, Autor 2024.

## 10. MARCO CONCEPTUAL

**Calicata:** técnica de prospección que consiste en la exploración de un terreno mediante excavación o perforación a profundidad baja o media para la toma de muestra de tierra. También es denominada como cata, y su objetivo es el de realizar algún tipo de estudio sobre dicho terreno. (Google, GSR Laboratorio).

**Densidad in situ:** se obtiene dividiendo la masa seca de la tierra extraída por el volumen del hoyo. Este se calcula a partir de la densidad de la arena y de la masa de la que cabe en el hoyo. (Google, carreteros.org, densidad in situ por el método de cono y arena).

**Granulometría:** El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra. (Google, Wikipedia).

**Permeabilidad in situ:** Definimos permeabilidad como la capacidad de un cuerpo (en términos particulares, un suelo) para permitir en su seno el paso de un fluido (en términos particulares, el agua) sin que dicho tránsito altere la estructura interna del cuerpo. Dicha propiedad se determina objetivamente mediante la imposición de un gradiente hidráulico en una sección del cuerpo, y a lo largo de una trayectoria determinada. (Google, Estudiosgeotecnicos.info).

**Tubo Shelby:** Con el tubo Shelby se obtienen muestras inalteradas de una calidad media en los suelos finos de consistencia blanda a semidura; tiene la ventaja de funcionar tanto arriba como bajo el nivel freático. (Google, Universidad Militar Nueva Granada).

## 11. MARCO LEGAL

### 11.1. Marco Legal De Las Practicas Académicas.

Tabla 2. Normativa:

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
INV E – 161 – 13	Este método de ensayo se usa para determinar en el sitio, con el equipo de cono y arena, la densidad y el peso unitario de suelos compactados.	Se empleo para determinar la densidad de cada uno de los 18 puntos determinados dentro del proyecto, con el fin de conocer el nivel de compactación del suelo en cada punto específico.
ASTM-D-5519	Este método de ensayo cubre el tamaño de partícula y el análisis de masa de riprap natural y artificial y materiales relacionados, incluyendo piedra de filtro o materiales de lecho gruesos.	Esta se empleó con el fin de determinar el porcentaje de sobre tamaños presentes en el punto teniendo en cuenta que toda el área de estudio presenta gran cantidad de sobre tamaños.
INV-130-13	Este método de ensayo describe un procedimiento para determinar el coeficiente de permeabilidad mediante un método de cabeza constante para el flujo laminar de agua a través de suelos granulares.	Esta se empleó con el fin de conocer la capacidad de absorción de los suelos en cada uno de los 18 puntos previamente definidos dentro del proyecto.
INV E – 111 – 13	Este método describe el procedimiento conocido como Ensayo Normal de Penetración (Standard Penetration Test - SPT), el cual consiste en conducir un muestreador de tubo partido dentro del suelo para obtener muestras alteradas representativas con fines de identificación, y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreado.	Se empleó en cada uno de los sondeos spt realizados en campo.

Fuente: Autor,2024

## 12. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PRÁCTICA.

### 12.1. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA.

#### 12.1.1. La línea de investigación del programa:

Sostenibilidad y Gestión Ambiental.

#### 12.1.2. La sub línea de investigación del programa:

Gestión Integral Ambiental Del Suelo.

### 12.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA DESARROLLAR.

- Apoyo en la elaboración de estudios geotécnicos para vías y edificaciones, diseño de pavimentos y estudios hidrológicos e hidráulicos.
- Encargado de la supervisión en campo de auscultación vial y estudios geotécnicos para vías y edificaciones.
- Encargado de la emisión de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a muestras de suelo, concreto y asfalto.

### 12.3. RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA.

- **Nombre:** Angelica Patricia Vanegas Padilla.
- **Profesional:** Ingeniero Ambiental y sanitario.
- **Cargo en la empresa:** Representante Legal.

## 13. DESARROLLO METODOLOGICO

Tabla 3. Desarrollo Metodológico.

FASE O ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE METODOS/INSTRUMENTOS/TECNICAS
Se realizó la ubicación de cada uno de los puntos a explorar, identificando la dificultad de acceso en cada punto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación GPS de cada uno de los puntos previamente determinados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación.</li> <li>• GPS</li> </ul>
Se inició con la exploración mecánica de cada uno de los puntos, teniendo en cuenta que, por seguridad dentro de la mina, una vez se terminaba con las actividades en cada calicata, esta debía cerrarse para evitar accidentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de densidad.</li> <li>• Ensayo de permeabilidad</li> <li>• Toma de muestra para granulometría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cono, arena, plancha, cincel, martillo, brocha, tamiz, balanza.</li> <li>• Tubo de 6", metro, paladraga, agua.</li> <li>• Sacos.</li> <li>• Pajarita.</li> </ul>
Transporte de muestras tomadas, desde la ubicación de la mina en la LOMA-CESAR, hasta el laboratorio VYO INGENIERÍA S.A.S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización y embalaje de todas las muestras para su transporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinipel.</li> <li>• Sacos.</li> <li>• Vehículo.</li> </ul>

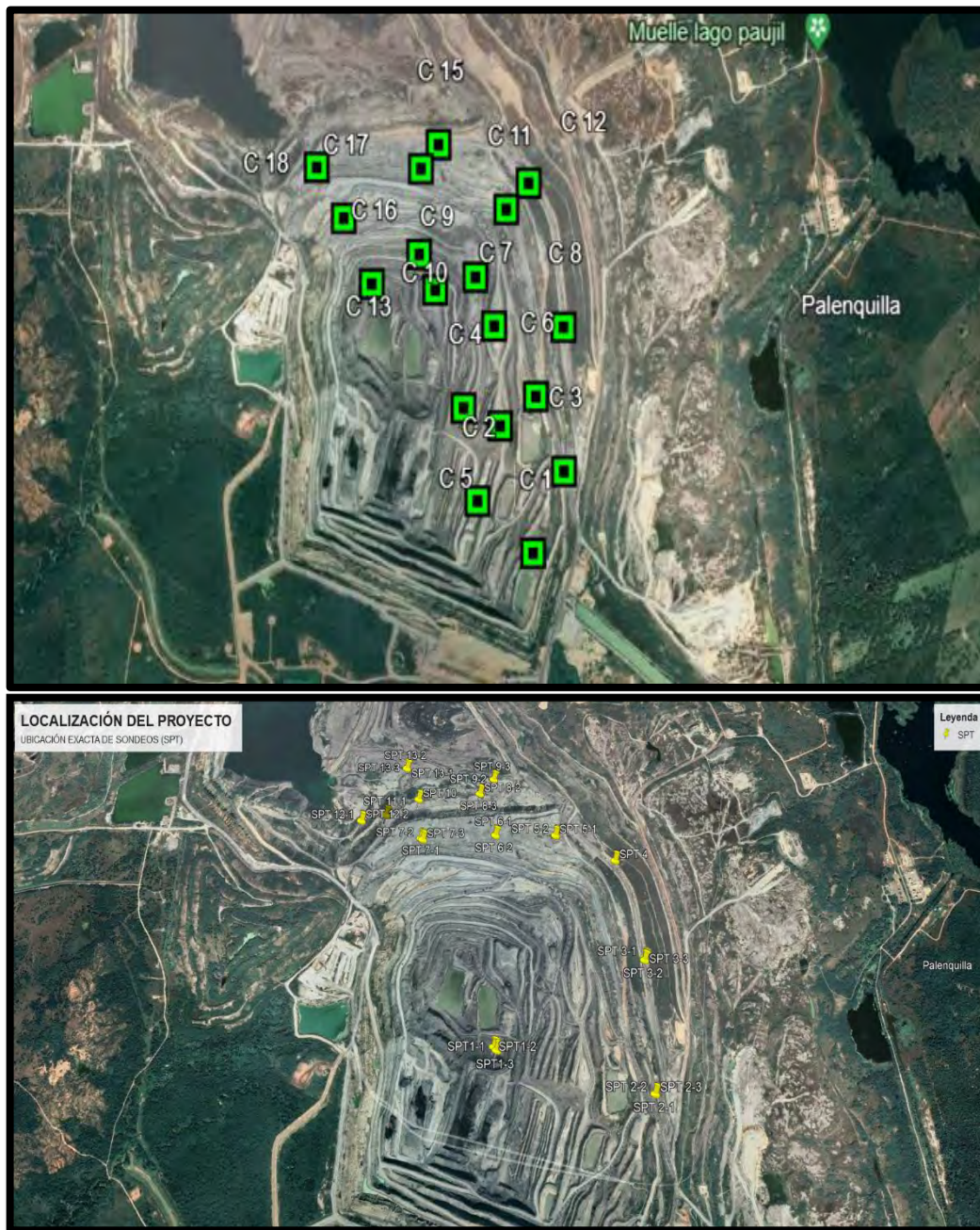
Fuente: Autor, 2024.

## 14. PRODUCTOS Y RESULTADOS

### 14.1. DETERMINACION DE PUNTOS ESPECIFICOS PARA REALIZAR LAS EXPLORACIONES:

Se realizo la de terminación de los 18 puntos para explorar mediante calicatas y realizarles los ensayos de densidad, granulometría y permeabilidad, como se muestra a continuación:

**FIGURA 6: KMZ De Los Puntos.**



Fuente: Google Earth

Las actividades en campo tuvieron una duración de 12 semanas iniciando el día 25 de mayo y terminando el 11 de agosto del año 2023.

Durante la **semana N°1** de actividades realizadas en campo, que comprende los días 25 y 26 de mayo, se realizó la exploración a la calicata N°12, por esa semana no se realizaron más actividades.

La **semana N°2** comprende desde el día 30 de mayo hasta el 2 de junio, en esta semana se realizó la exploración de las calicatas N°8 y N°14.

**Semana N°3(06 de junio-09 de junio):** Las actividades realizadas durante esta semana se comenzaron el martes 6 de junio con la logística y preparación de las muestras tomadas de las calicatas realizadas en la semana anterior, en donde se verificaron cantidades y posteriormente se enviaron con destino a Bogotá.

El 07 de junio se realizó la exploración de la calicata N°15, también se pretendía hacer la exploración de la calicata N°8 el día 08 de junio, pero por motivo de lluvia se suspendieron las actividades, el día 09 de junio no hubo disponibilidad de maquinaria por que no se pudo realizar la exploración de la calicata N°11 en la presente semana.

**semana N°4(13 al 17 de junio):** las actividades se comienzan el 13 de junio y se hace conocer que no hay disponibilidad de maquinaria, por lo que se procede a iniciar los sondeos, siendo el sondeo N°3 el primero sondeo realizado, el día 14 de junio se retoman las actividades en la calicata N°11 ya que este día si hubo disponibilidad de la maquinaria; el día 15 de junio se dio finalización al sondeo N°3 y se inició la exploración de la calicata N°6, el día 16 de junio se concluyeron las actividades en la calicata N°6 y se realizó el sondeo N°4.

**Semana N°5(17 al 23 de junio):** los días 17,20, 21 y 22 se trabajó el sondeo N°4 el cual alcanzó una profundidad mayor a 6 metros, cabe resaltar que el día 20 no se pudo trabajar satisfactoriamente este sondeo debido a que el motor de spt estaba presentando fallas, por lo cual debió repararse para poder continuar las actividades satisfactoriamente, el día 23 se pretendía trabajar el sondeo N°5 pero por problemas con el motor se tuvieron que detener las actividades.

**Semana N°6(24 al 30 de junio):** el día 24 de junio se retomaron las actividades en el sondeo N°5, el día 27 y 28 de junio se realizó la exploración de la calicata N°7, y las actividades para esta semana finalizaron el día 29 de junio con la exploración de la calicata N°18.

**Semana N°7(01 al 07 de julio):** las actividades se iniciaron el 01 de julio con la exploración de la calicata N°13 y se continuaron las actividades hasta el 04 de julio, donde se realizó el envío a Bogotá de todas las muestras recolectadas; el día miércoles 05 de julio se realizó la exploración de la calicata N°5, el 06 de julio se inició la exploración de la calicata N°4, la cual concluyó el día 07 de julio donde luego de terminar la exploración se procedió a hacer la ubicación del punto de la calicata N°9.

**Semana N°8(08 al 14 de julio):** se iniciaron las actividades el 08 de julio con la exploración de la calicata N°9, se pretendía continuar con las actividades el 10 de julio pero no se pudo debido a que no hubo disponibilidad de maquinaria para calicatas y el motor para spt estaba fallando, por tal razón, se continuaron las actividades el día 11 de julio con la exploración de la calicata N°10, el día 12 de julio se realizó la exploración de la calicata N°2, el día 13 de julio se realizó la exploración de la calicata N°1 y el día 14 de julio no se realizaron actividades, debido a que se hizo un paro que imposibilitó el ingreso del personal de VYO INGENIERÍA S.A.S. a la mina.

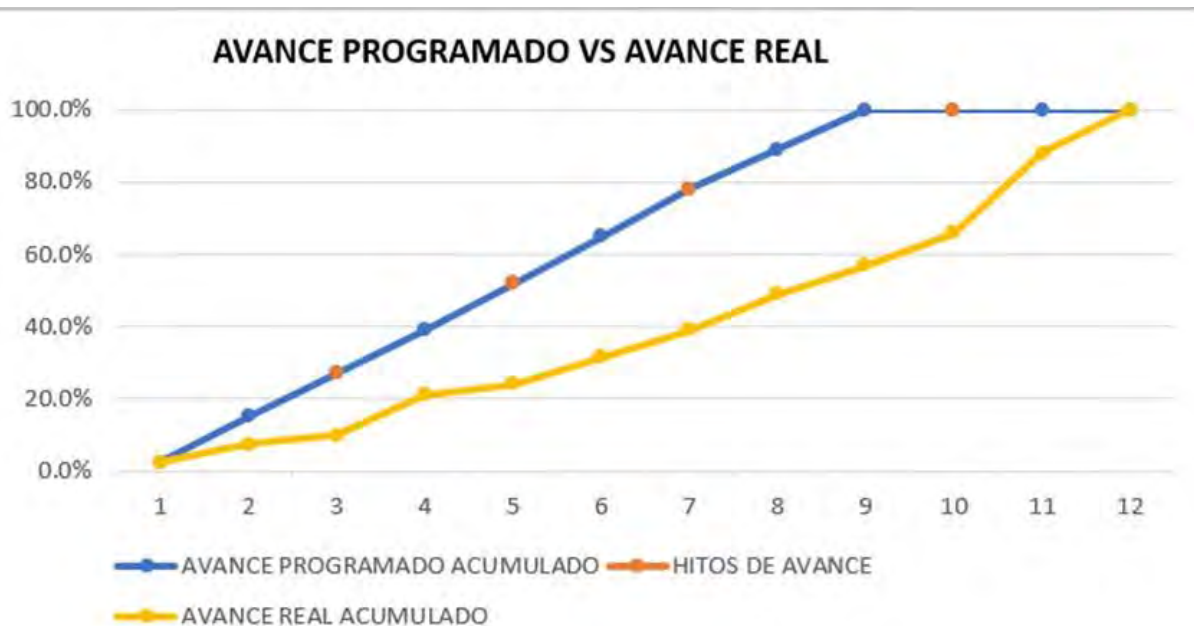
**Semana N°9(15 al 21 de julio):** las actividades contempladas para esta semana inician el día sábado 15 de julio con la realización del sondeo N°2, seguidamente el día 17 de julio se realizaron las actividades correspondientes al sondeo N°6, el día 19 de julio se realizó la exploración de la calicata N°13, el día 20 de julio se realizó la toma de muestras faltantes que correspondían a la calicata N°17 a la cual se le realizó de nuevo el ensayo de densidad por el método de cono y arena, el día 21 de julio se realizó un protocolo de seguridad con el cierre de una vía bastante transitada para poder realizar la exploración de la calicata N°3.

**Semana N°10(22 al 28 de julio):** dentro de las actividades de esta semana se realizó el envío de las muestras almacenadas hacia Bogotá el día 24 de julio; el día 25 de julio se realizaron las actividades correspondientes al sondeo N°11 y el día 26 y 27 de julio se realizó el sondeo N°10, el día 28 se realizó la ubicación de otro punto para el sondeo N°11.

**Semana N°11(29 de julio al 04 de agosto):** el día 29 se iniciaron las actividades de la semana con la realización del sondeo N°2, las actividades estaban previstas a continuar el día lunes 31 de julio, pero por problemas de movilidad no se pudo realizar actividades el día lunes, ya que en carretera había bloqueos lo que dificultó la llegada del equipo a la mina, el martes 01 de agosto se realizaron las actividades correspondientes al sondeo N°7, los días 02 y 03 de agosto no se realizaron actividades por motivo de fallas en el vehículo de transporte al interior de la mina, por tal razón, se continuaron las actividades el día 04 de agosto con la realización de las actividades correspondientes al sondeo N°1.

**Semana N°12(05 al 11 de agosto):** Las actividades para la semana N°12 comenzaron el día 5 de agosto con el inicio del sondeo N°8 tomando en este punto 3 muestras significativas. Las actividades continuaron el día 08 de agosto con la continuación del sondeo N°8 obteniendo 5 muestras significativas, para tener un total de 8 muestras para el sondeo N°8. El día 09 de agosto se inició con el sondeo N°9 pudiendo obtener en este punto un total de 6 muestras significativas. El día 10 de agosto se realizó el sondeo N°12 concluyendo este punto con la obtención de un total de 4 muestras significativas.

**FIGURA 7: Avance Del Proyecto.**



**15. PRODUCTO**

El orden en cómo se hicieron las exploraciones se determinó a partir de la dificultad de acceso al punto especificado para cada calicata.

**Tabla 4. Exploración De Calicatas.**

N°	N° DE CALICATA	ACTIVIDADES REALIZADAS	COORDENADAS
1	N°12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'37,956"N-73°29'8,568"W
2	N°8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'4,74"N-73°28'58,086"W
3	N°14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'41,082"N-73°29'39,876"W
4	N°15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'44,784"N-73°29'34,932"W
5	N°11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'31,180"N-73°29'14,869"W
6	N°6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'47,502"N-73°29'7,092"W
7	N°7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'4,932"N-73°29'18,636"W
8	N°18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'38,646"N-73°30'15,72" W
9	N°17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> </ul>	9°33'29,496"N-73°30'2,694" W

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	
10	N°5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'42,108"N-73°29'16,992"W
11	N°4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'45,762"N-73°29'26,982"W
12	N°9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'13,572"N-73°29'35,832"W
13	N°10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'21,192"N-73°29'32,34"W
14	N°2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'23,532"N-73°29'22,254"W
15	N°1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'12,36"N-73°29'7,68"W
16	N°16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'14,508"N-73°29'53,682"W
17	N°13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°33'21,732"N-73°29'40,434"W
18	N°3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de Densidad in situ</li> <li>• Ensayo de Permeabilidad por el método porchet</li> <li>• Toma de muestra para granulometría tipo saco de 15kg</li> </ul>	9°32'33,948"N-73°28'59,052"W

Fuente: Autor,2024.

Tabla 5. Coordenadas SPT

SONDEOS	COORDENADAS
SPT#1-1	9°32'46,392"N-73°29'41,736"W
SPT#1-2	9°32'46,41"N-73°29'41,598"W
SPT#1-3	9°32'45,6"N-73°29'40,878"W
SPT#2-1	9°32'35,334"N-73°28'59,304"W
SPT#2-2	9°32'35,286"N-73°28'59,496"W
SPT#2-3	9°32'35,226"N-73°28'59,478"W
SPT#3-1	9°33'8,814"N-73°29'0,114"W
SPT#3-2	9°33'8,244"N-73°29'0,156"W
SPT#3-3	9°33'8,436"N-73°29'0,108"W
SPT#4	9°33'35,25"N-73°29'6,876"W
SPT#5-1	9°33'42,456"N-73°29'23,892"W
SPT#5-2	9°33'42,576"N-73°29'23,682"W
SPT#6-1	9°33'42,618"N-73°29'41,37"W
SPT#6-2	9°33'42,48"N-73°29'41,298"W
SPT#7-1	9°33'41,664"N-73°30'2,514"W
SPT#7-2	9°33'41,538"N-73°30'2,928"W
SPT#7-3	9°33'41,25"N-73°30'2,4"W
SPT#8-1	9°33'54,762"N-73°29'45,93"W
SPT#8-2	9°33'54,762"N-73°29'45,93"W
SPT#8-3	9°33'54,744"N-73°29'45,906"W
SPT#9-1	9°33'59,1"N-73°29'41,958"W
SPT#9-2	9°33'59,076"N-73°29'41,892"W
SPT#9-3	9°33'59,058"N-73°29'41,85"W
SPT#10	9°33'53,07"N-73°30'3,972"W
SPT#11-1	9°33'48,57"N-73°30'13,296"W
SPT#11-2	9°33'48,426"N-73°30'13,38"W
SPT#12-1	9°33'46,818"N-73°30'20,472"W
SPT#12-2	9°33'46,83"N-73°30'20,526"W
SPT#12-3	9°33'46,92"N-73°30'20,424"W

16. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tabla 6. Registro Fotográfico.

N° CALICATA	DENSIDAD
N°12	
<b>PERMEABILIDAD</b>	
	
<b>GRANULOMETRIA</b>	
	

N°8

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°14

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°15

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°11

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°6

DENSIDAD



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°7

DENSIDAD



PERMEABILIDAD

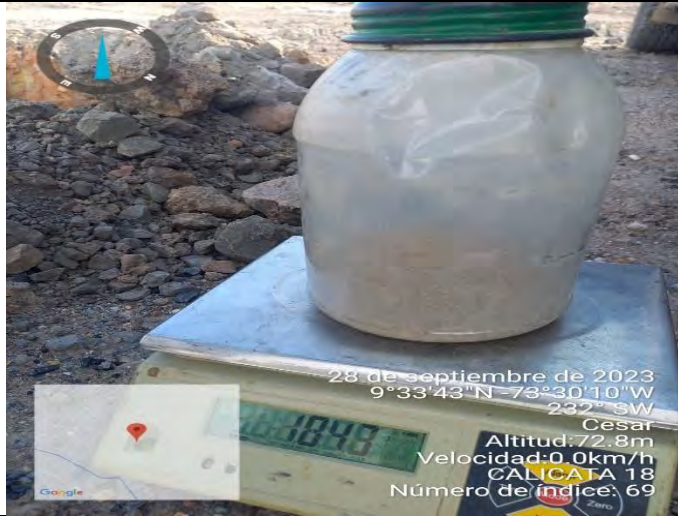


GRANULOMETRÍA



N°18

DENSIDAD



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°17

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



28 de septiembre de 2023  
9°33'31"N -73°30'1"W  
239° SW  
Cesar  
Altitud:8.4m  
Velocidad:0.0km/h  
CALICATA 17  
Número de índice: 43

PERMEABILIDAD



30 Jun 2023 3:29:28 p. m.  
9°33'29.76"N -73°30'3.222"W  
277° W  
La Jagua de Ibirico  
Cesar  
Altitud: 8.9m  
D, en calicata #17, ensayo de permeabilidad, primera lectura cada 10 min  
Número de índice: 666

GRANULOMETRÍA



30 Jun 2023 5:17:35 p. m.  
9°33'29.652"N -73°30'3.42"W  
268° W  
La Jagua de Ibirico  
Cesar  
Altitud: 8.7m  
en calicata #17, muestras obtenidas tipo saco sobretamaños menor a 3"  
Número de índice: 682

N°5

DENSIDAD



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°4

DENSIDAD



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍAG



N°9

DENSIDAD



8 jul 2023 9:59:59 a. m.  
9°33'13.632"N - 73°29'35.79"W  
148° SE  
La Jagua de Ibirico  
Cesar  
Altitud: 123.5m  
equipo de campo de VYO, calicata # 9, ensayo de densidad  
Número de índice: 832

PERMEABILIDAD



8 jul 2023 10:57:47 a. m.  
9°33'13.569"N - 73°29'35.82"W  
19° N  
La Jagua de Ibirico  
Cesar  
Altitud: 125.2m  
equipo de campo de VYO, calicata # 9, ensayo de permeabilidad cuartos lectura cada 10 minutos  
Número de índice: 847

GRANULOMETRÍA



8 jul 2023 11:51:04 a. m.  
9°33'13.512"N - 73°29'35.532"W  
230° SW  
La Jagua de Ibirico  
Cesar  
Altitud: 117.4m  
equipo de campo de VYO, calicata # 9, muestras obtenidas calicata #9  
Número de índice: 852

N°10

DENSIDAD



martes, 11 de julio de 2023  
9°33'20,88"N -73°29'32,262"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: -86.8m  
Calicata #10  
Densidad

PERMEABILIDAD



martes, 11 de julio de 2023  
9°33'20,964"N -73°29'32,292"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: -82.9m  
Calicata #10  
Permeabilidad

GRANULOMETRÍA



11 de julio de 2023 14:48  
9°33'20,79"N -73°29'32,016"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: -84.4m  
Calicata #10  
Muestra de saco 15kg

Nº2

DENSIDAD



12 de julio de 2023 11:04  
9°32'23,316"N -73°29'22,206"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: 84.7m  
Calicata #2  
Ensayo de densidad

PERMEABILIDAD



miércoles, 12 julio 2023  
9°32'23,496"N -73°29'22,2"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: 85.7m  
Calicata #2  
Ensayo de permeabilidad

GRANULOMETRÍA



miércoles, 12 julio 2023  
9°32'23,154"N -73°29'22,182"W  
La Jagua de Ibirico  
Altitud: 87.2m  
Calicata #2  
Muestras de saco de 15kg

<p>N°1</p>	<p>DENSIDAD</p>
	 <p>jueves, 13 julio 2023 9°32'12,426"N -73°29'7,56"W La Jagua de Ibirico Altitud: 17.4m Calicata #1 Ensayo de densidad</p>
	<p>PERMEABILIDAD</p>
	 <p>jueves, 13 julio 2023 9°32'12,168"N -73°29'7,698"W La Jagua de Ibirico Altitud: 6.5m Calicata #1 Ensayo de permeabilidad</p>
	<p>GRANULOMETRÍA</p>
	 <p>jueves, 13 julio 2023 9°32'12,444"N -73°29'7,968"W La Jagua de Ibirico Altitud: 11.8m Calicata #1 Saco de 15 kg</p>

N°16

DENSIDAD

#PorelResurgirdelaUPC



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°13

DENSIDAD



PERMEABILIDAD



GRANULOMETRÍA



N°3	DENSIDAD
	
	PERMEABILIDAD
	 <p>viernes, 21 julio 2023 9°32'34,146"N -73°28'59,106"W La Jagua de Ibirico Altitud: 21.6m Calicata #3 Permeabilidad</p>
	GRANULOMETRÍA
	 <p>viernes, 21 julio 2023 9°32'34,116"N -73°28'59,34"W La Jagua de Ibirico Altitud: 16.7m Calicata #3 Muestras de sayo</p>

Tabla 7. Sondeos SPT

	N° SONDEO/DESCRIPCIÓN
 <p>viernes, 4 de agosto de 2023 9°32'46.494"N - 73°29'41.832"W La Jagua de Ibirico Altitud: 196.0m SPT #1-1 Muestra 1</p> 	<p>El día viernes 04 de agosto de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°1, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como <i>SPT#1 – 1</i>, <i>SPT#1 – 2</i> y <i>SPT#1 – 3</i>, producto de esta labor, se tomaron 7 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.95m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:</p> <p><b>SPT 1-1:</b> En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (4.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 1,95m con características limo arenosas, semi húmedo, presencia de sobre tamaño con zonas de arcilla y material suelto. Asimismo, unas capas areno arcillosas, húmedas con presencia de roca, compactación media de fácil rompimiento; posteriormente presencia de arcilla, material húmedo consistente, color gris y finalmente se observó un material oscuro, húmedo y consistente, se aprecia roca al final de la última muestra extraída.</p> <p><b>SPT 1-2:</b> En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 0,45 m obteniendo una (1.00) muestra con características limo arenosas en un material suelto con presencia de roca y sobre tamaño color gris.</p> <p><b>SPT 1-3:</b> En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 1.05 m representado en dos estratos con la obtención (2.00) muestras con características iniciales limo arenosas con presencia de arcilla, roca, material suelto, carbón, grava y zonas semi húmedas y finalmente materiales limo arenosos en la zona baja color oscuro, compacto y húmedo; además presencia de roca.</p>



El día sábado 29 de julio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°2, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#2 – 1*, *SPT#2 – 2* y *SPT#2 – 3*, producto de esta labor, se tomaron 5 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.05m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 2-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (2.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 0,90m con características limo arenosas, semi húmedo, presencia de material rocoso y una coloración grisácea, seguidamente el material persiste con estas mismas características, a excepción de la humedad que tiende a ser baja, hasta dar rechazo a una profundidad de 0,90 metros.

**SPT 2-2:** En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 1,05m, obteniendo dos (2.00) muestras con características limo arenosas, presencia de humedad en la primera zona de la muestra a razón de las lluvias que se presentaron el día del ensayo, presencia de roca y material suelto, además, en algunas zonas de la muestra presenta plasticidad, seguidamente el material conserva sus características limo arenosas, con presencia de sobre tamaños y material suelto de coloración gris.

**SPT 2-3:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 0.45m, con la obtención (1.00) muestra con características iniciales limo arenosas con presencia de material suelto y sobre tamaños color gris, también presenta baja humedad.



El día martes 13 y jueves 15 de junio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°3, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#3 – 1, SPT#3 – 2 y SPT#3 – 3*, producto de esta labor, se tomaron 5 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.10m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 3-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (3.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 1,10m con características limo arenosas, semi húmedo, presencia de clastos pequeños y una coloración marrón, el material es compacto, seguidamente el material persiste con estas mismas características, a excepción de la humedad que tiende a ser baja y la coloración es marrón y gris, finalmente el material presenta matriz limo arenosa con una humedad media y consistencia baja, su coloración es gris, hasta dar rechazo a una profundidad de 1,10 metros.

**SPT 3-2:** En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 0,45m, obteniendo una (1.00) muestra con características limo arenosas, con presencia de clastos tamaño grava, presenta humedad baja y una coloración gris y café.

**SPT 3-3:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 0.30m, con la obtención de una (1.00) muestra con características iniciales limo arenosas, de coloración entre café rojizo y amarillo, también presenta baja humedad y consistencia.



El jueves 15 de junio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°4, producto de esta labor, se tomaron 16 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 7.02m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 4:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (16.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 7,02m con características limo arenosas, con presencia de clastos tamaño grava, con coloración marrón y consistencia media, a continuación, el material conserva sus características limo arenosas, en este punto su consistencia es baja y su coloración es gris y marrón, seguidamente el material se mantiene con las mismas características hasta llegar a la profundidad de 2.25m donde se empieza a encontrar un aumento significativo en la humedad y la muestra presenta en algunas zonas plasticidad, además, de la aparición de unas tonalidades azules en la muestra, seguidamente el material presenta una consistencia media, con plasticidad y una coloración gris y café con una alta humedad, luego se tiene material con humedad alta, con consistencia media y coloración gris oscuro con amarillo, al llegar a la profundidad de 7,02m ya se tiene nivel freático alto lo que hace que las muestras presenten una humedad excesiva, la coloración es marrón. a esta profundidad.



El día jueves 22 de junio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°5, cabe indicar que este fue ampliado a 2.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como SPT#5 – 1, SPT#5 – 2, producto de esta labor, se tomaron 10 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 4.50m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:



**SPT 5-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (4.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 1,80m con características limo arenosas, semi húmedo, presencia de clastos tamaño grava y una coloración gris oscuro y café, seguidamente el material persiste con estas mismas características hasta la profundidad de 1.35m donde aumenta la humedad y la coloración cambia a negra, luego el material presenta una alta humedad con una coloración gris y café con presencia de clastos tamaño grava, hasta dar rechazo a una profundidad de 0,90 metros.

**SPT 5-2:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 4.50m, con la obtención de seis (6.00) muestras con características iniciales limo arenosas, de coloración gris, con presencia de clastos tamaño grava, también presenta baja humedad y consistencia media, hasta llegar a la profundidad de 4.50m, donde se presenta una alta humedad y la coloración de la muestra es de tonalidad gris oscuro y café.

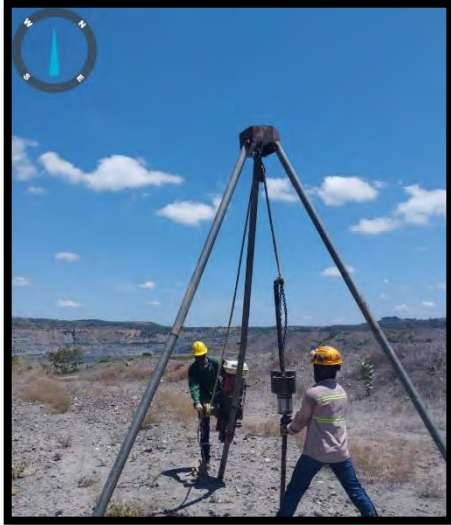


El día viernes 14 y lunes 17 de julio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°6, cabe indicar que este fue ampliado a 2.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#6 – 1*, *SPT#6 – 2*, producto de esta labor, se tomaron 3 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.35m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:



**SPT 6-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (2.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 1,35m con características limo arenosas, con una coloración grisácea y baja presencia de roca como también baja humedad, seguidamente presenta una matriz limo arenosa y limo arcilloso, de coloración entre gris y amarillo, con humedad media y presencia de roca.

	<p><b>SPT 6-2:</b> En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 0.30m, con la obtención de una (1.00) muestra con características iniciales limo arenosas, de coloración gris, con presencia de roca y material suelto, con una baja humedad y poca compactación.</p>
 <p>Martes, 1 de agosto de 2023 9° 33' 41.25" N - 73° 30' 24" W Chiriguana Altitud: 41.2m SPT #7-2</p> 	<p>El día martes 1 de agosto de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°7, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como <i>SPT#7 – 1</i>, <i>SPT#7 – 2</i> y <i>SPT#7 – 3</i>, producto de esta labor, se tomaron 4 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.05m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:</p> <p><b>SPT 7-1:</b> En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en (1.00) muestra obtenida hasta la profundidad de 0,60m con características limo arenosas, con una coloración grisácea, con presencia de roca y baja consistencia.</p> <p><b>SPT 7-2:</b> En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 1,05m, obteniendo dos (2.00) muestras con características limo arenosas, con presencia de clastos tamaño grava y material suelto, presenta humedad baja y una coloración gris.</p> <p><b>SPT 7-3:</b> En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 0.60m, con la obtención de una (1.00) muestra con características iniciales limo arenosas, con presencia de sobre tamaño y material suelto, con baja humedad y coloración gris.</p>



El día sábado 5 y martes 8 de agosto de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°8, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#8 – 1, SPT#8 – 2 y SPT#8 – 3*, producto de esta labor, se tomaron 4 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.50m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 8-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en tres (3.00) muestras obtenida hasta la profundidad de 1,35m con características limo arenosas, material suelto, presencia de grava y en algunas zonas tiene presencia de arcilla, seguidamente presenta un material de matriz limo arenosa de coloración café, internamente presenta coloración gris, con material suelto y presencia de roca, luego presenta las mismas características limo arenosas de coloración gris, presencia de roca y baja humedad.

**SPT 8-2:** En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 1,05m, obteniendo dos (2.00) muestras con características limo arenosas, con presencia de grava y material suelto, presenta humedad baja y una coloración gris.

**SPT 8-3:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 1.50m, con la obtención de tres (3.00) muestra con características iniciales limo arenosas, con presencia de grava y material suelto, con baja humedad y coloración gris, esta conserva sus mismas características hasta dar rechazo a una profundidad de 1.50m.



El día miércoles 9 de agosto de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°9, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#9 – 1, SPT#9 – 2 y SPT#9 – 3*, producto de esta labor, se tomaron 6 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.05m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 9-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en dos (2.00) muestras obtenidas hasta la profundidad de 1,05m con características limo arenosas, material suelto en la primera zona, presencia de grava y en la segunda zona presencia de limo semi compacto con presencia de roca, seguidamente presenta un material de matriz limo arenosa con presencia de limo, plasticidad, roca y con una humedad media.

**SPT 9-2:** En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 0,90m, obteniendo dos (2.00) muestras con características limo arenosas, con presencia de material suelto, limo, grava y presenta humedad baja, conserva las mismas características hasta dar rechazo a una profundidad de 0.90m.

**SPT 9-3:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 1.05m, con la obtención de dos (2.00) muestra con características iniciales limo arenosas, con presencia de grava y material suelto, con baja humedad, seguidamente esta conserva sus mismas características a excepción de que esta tiene presencia de limo y la humedad aumenta un poco hasta dar rechazo a una profundidad de 1.05m.



El miércoles 26 de julio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°10, producto de esta labor, se tomaron 12 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 5.70m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 10:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en doce (12.00) muestras obtenida hasta la profundidad de 5,70m con características limo arenosas, con material suelto y baja compactación en algunas partes, con presencia de limo y grava además de una humedad baja, seguidamente, presenta una matriz limo arenosa con presencia de limo, material suelto y grava, con coloración café y gris, se mantienen estas mismas características hasta llegar a una profundidad de 5,70m, donde aumenta la presencia de roca y su coloración cambia a gris, a razón del incremento en la presencia de roca termina dando rechazo a esta profundidad.



El día martes 25 de julio de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°11, cabe indicar que este fue ampliado a 2.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como *SPT#11 – 1*, *SPT#11 – 2*, producto de esta labor, se tomaron 3 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 0.60m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:

**SPT 11-1:** En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en una (1.00) muestra obtenida hasta la profundidad de 0,60m con características limo arenosas, donde en una primera zona presenta una coloración café y una humedad media, posteriormente en una segunda zona presenta una coloración gris y una humedad baja además de presencia de roca.

**SPT 11-2:** En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 0.60m,

	<p>con la obtención de tres (3.00) muestras con características iniciales limo arenosas, de coloración café, semi compacto y semi húmedo, seguidamente presenta una matriz limo arenosa también, con presencia de roca y una coloración gris, finalmente esta conserva las mismas características hasta dar rechazo a una profundidad de 0.60m por la alta presencia de material rocoso en la zona.</p>
 	<p>El día jueves 10 de agosto de la presente anualidad, se realizó el sondeo N°12, cabe indicar que este fue ampliado a 3.00 sectores cercanos al inicial y denotados en el presente informe como <i>SPT#12 – 1</i>, <i>SPT#12 – 2</i> y <i>SPT#12 – 3</i>, producto de esta labor, se tomaron 4 muestras significativas en el punto de exploración establecido por la empresa DRUMMOND LTD y a los adicionales decididos en campo; Durante la actividad de muestreo con cuchara partida, se encontró una matriz estratigráfica establecida a diferentes profundidades (desde 0.00 metros hasta 1.05m). Lo anterior, presenta el siguiente registro geotécnico descriptivo:</p> <p><b>SPT 12-1:</b> En la perforación realizada en campo, se observó la presencia de unos estratos representados en una (1.00) muestra obtenida hasta la profundidad de 0,60m con características limo arenosas, con presencia de roca, con coloración gris y café, con presencia de carbón y limo semi compacto.</p> <p><b>SPT 12-2:</b> En este punto explorado el cual fue decidido en campo, se realizó a una profundidad de 0,60m, obteniendo una (1.00) muestras con características limo arenosas, con presencia de carbón, roca, limo y una baja humedad.</p> <p><b>SPT 12-3:</b> En este último sector objeto de exploración, se alcanzó una profundidad de 1.05m, con la obtención de dos (2.00) muestras con características iniciales limo arenosas, con presencia de roca, posteriormente en la zona final de la muestra se observó limo compacto semi plástico, finalmente se tiene material limo arenoso, con presencia de roca y coloración café en zona superior por arena.</p>

Fuente: Autor, 2024.

**17. RESULTADOS**
**Tabla 8. Resultados De Los Ensayos Realizados.**

N° CALICATA	DENSIDAD (Lbs/pie <sup>3</sup> )	PERMEABILIDAD (cm/s)
01	107.72	4.041E <sup>-03</sup>
02	113.55	8.659E <sup>-03</sup>
03	115.97	3.576E <sup>-03</sup>
04	110.61	5.377E <sup>-03</sup>
05	102.24	7.551E <sup>-04</sup>
06	124.93	1.528E <sup>-02</sup>
07	128.79	7.158E <sup>-03</sup>
08	122.90	1.035E <sup>-04</sup>
09	114.97	4.544E <sup>-03</sup>
10	115.24	8.650E <sup>-03</sup>
11	134.13	2.205E <sup>-04</sup>
12	129.24	1.468E <sup>-04</sup>
13	137.76	1.381E <sup>-03</sup>
14	126.67	5.870E <sup>-05</sup>
15	116.91	5.891E <sup>-04</sup>
16	105.09	6.213E <sup>-03</sup>
17	110.73	3.369E <sup>-04</sup>
18	114.74	2.646E <sup>-04</sup>

Fuente: Autor,2024.

## 18. CONCLUSIONES

- Gracias a los ensayos practicados en la exploración de calicatas se encuentran identificados materiales en la zona adyacente a el arroyo san Antonio, en su mayoría eran materiales de gravas, arenas, arcillas y materiales inorgánicos como carbón.
- Los resultados arrojados mediante el ensayo de permeabilidad denotan que estos se sitúan en un índice alto, que hace clasificar a este suelo como permeable debido a que poseen gran absorción de agua en un tiempo bastante rápido, este mismo comportamiento se obtuvo en cada uno de los ensayos.
- En el presente proyecto resalta la importancia que representa el recurso hídrico y como se debe preservar y proteger para que no se extingan con el tiempo, el canal arroyo san Antonio es una fuente de agua dulce muy importante que al encontrarse dentro de la zona de explotación minera a cielo abierto corre gran peligro, lo que puede llevar a su desaparición, luego de hacer una exhaustiva observación y analizar cada uno de los ensayos realizados en campo podemos concluir que es muy necesario hacer la reubicación del canal del arroyo para que este deje de verse afectado por el avance de la explotación de la mina teniendo en cuenta la capacidad del terreno a resistir cargas y el índice de infiltración de agua presente en la zona, de acuerdo a los resultados la mejor compactada es en la que se ubica la calicata N°13 (9°33'21,192"N-73°29'32,34"W), además, el índice de infiltración en esta zona es relativamente moderado a comparación de los demás puntos.



## 19. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DRUMMOND LTD. (2020). *Nuestro compromiso con Colombia es firme*.
- Tundisi, J.G., & Tundisi, T.M. . (2009). *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. Obtenido de *Água no século XXI: enfrentando a escassez*: <https://books.google.com.co/books?id=gep8RAAACAAJ>
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES INVIAS. (2012). Permeabilidad en suelos granulares. INV-130-13.pdf.
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES INVIAS. (2012). Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena. INV-161-13.pdf.
- GOOGLE EARTH. (2001).
- Acuerdo N°003. (2021). Acuerdo N° 003. POR MEDIO DEL CUAL SE ADOPTAN LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS SEDE VALLEDUPAR, Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES, 13.
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES INVIAS. (2012). Ensayo normal de penetración (spt) y muestreo de suelos con tubo partido. INV-111-13.pdf.



20. ANEXOS



**Anexo C. Carta del Representante de la Empresa o Gerente TI enviada al comité de Investigación del Programa**

Valledupar, 24 Agosto 2023

Señores:  
**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**  
Facultad de Ingenierías y Tecnológicas  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Universidad Popular Del Cesar

Cordial Saludo respetados Ingenieros,

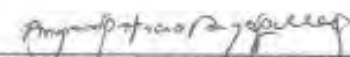
Me permito informarle que el estudiante: **JHON ALEX BELEÑO PACHECO**, se encuentra autorizado por esta entidad para desarrollar su práctica académica de grado, titulada "Evaluación geotécnica ambiental de la calidad de los suelos explorados en la zona adyacente al arroyo San Antonio localizado en la empresa Drummond Ltda. – Mina Pribbenaw".

Funciones y actividades a desarrollar según perfil académico:

- Apoyo en la elaboración de estudios geotécnicos para vías y edificaciones, diseño de pavimentos y estudios hidrológicos e hidráulicos.
- Encargado de la supervisión en campo de auscultación vial y estudios geotécnicos para vías y edificaciones.
- Encargado de la emisión de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a muestras de suelo, concreto y asfalto.

Aclaro de antemano que el desarrollo del proyecto no genera ningún vínculo laboral con la entidad.

Atentamente,

  
Angélica Patricia Vanegas Padilla  
CC 1.062.395.552 de San Diego – Cesar  
Gerente



CALLE 2C No. 8-23 URB. LOS CAMPANOS  
TELEFAX 5834724 CEL 3126690172 - 3005633896-  
3107230798  
Valledupar- Cesar COLOMBIA



V&O  
INGENIERIA S.A.S  
NIT 900600953-3

Valledupar, 06 de Mayo de 2024

Señores:

Comité de Investigación - Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

**Asunto: CARTA DE FINALIZACION DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

Por la presente, se certifica que **Jhon Alex Beleño Pacheco**, identificado con la cédula de ciudadanía número **1.007.830.285**, realizó sus prácticas empresariales en **V&O Ingeniería SAS**, desempeñándose en el área de Ingeniería desde el 22 de agosto de 2023 hasta el 23 de enero de 2024.

Durante este periodo, **Jhon Alex** demostró un excelente desempeño en sus tareas asignadas, mostrando habilidades técnicas y de colaboración en su trabajo diario. Su dedicación, responsabilidad y actitud positiva contribuyeron significativamente a los proyectos en los que participó.

Agradecemos a **Jhon Alex Beleño** por su valiosa contribución a la empresa durante su periodo de prácticas. Le deseamos mucho éxito en su futuro profesional y estamos seguros de que será un activo valioso en cualquier equipo de trabajo.

Quedamos a su disposición para cualquier información adicional que se requiera sobre su desempeño en nuestra empresa.

Atentamente,



Angélica Patricia Vanegas Padilla  
C.C: 1.062.395.552 de San Diego – Cesar.  
Teléfono: 3107230798  
Representante legal V&O Ingeniería SAS

VVO INGENIERÍA SAS  
NIT 900600953-3  
CONSULTORIAS, INTERVENTORIAS Y LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS  
CALLE 2C - No. 8-23 BARRIO LOS CAMPANOS  
PAGINA WEB: [www.vvoingenieria.com](http://www.vvoingenieria.com)  
CORREO ELECTRÓNICO: [vvoingenieria@gmail.com](mailto:vvoingenieria@gmail.com)  
TELEFAX: 5834724 CEL: 3126690173-3065633896-3107230798  
VALLEDUPAR-CESAR-COLOMBIA  
"REGLADO 9001"