Barranquilla, Agosto 13 del 2019

Señores:
TRIPLE A S.A. E.S.P.
Ciudad.

Ref.: Estudio de suelos para el proyecto "**IMPULSIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR,** localizado en los corregimientos Patilla, Gallego, Mirador y el Municipio de Sabanalarga, en el Departamento del Atlántico.

Cordial Saludo,

Estamos remitiéndole el Informe Final correspondiente al estudio de suelos indicado en la referencia, elaborado para Ustedes por Nuestra Empresa.

Esperamos sea de gran utilidad y ayuda en el contexto para el cual se ha solicitado.

Después de haber realizado el análisis del presente informe, estamos dispuestos a sustentar y explicar cualquier duda que surja al respecto.

Atentamente,

ANTONIO VERGEL G. Ing. Esp.
Gerente General

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO 6
1.1. Introducción 6
1.2. Objeto y alcance del estudio 7
1.3. Localización 8
2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Y DEL PROYECTO 10
2.1. Información previa 10
2.2. Características del sitio 11
2.3. Características del proyecto 15
3. INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO 17
3.1. Exploración de campo 17
3.1.1. Método de percusión 19
3.2. Características geotécnicas 26
3.2.1. Hidrología. 26
3.2.2. Geología 26
3.2.3. Clima. 30
3.2.4. Sismicidad del entorno. 31
3.2.5. Sismicidad en la zona. 32
3.3. Ensayos de laboratorio 34
4. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y GEOTÉCNICO 36
4.1. Estratigrafía 36
4.2. Nivel freático 40
4.3. Caracterización geotécnica 41
4.3.1. Arena arcillosa (SC). 41
4.3.2. Arena limosa (SM). 42
4.3.3. Arcilla de alta plasticidad (CH). 42
4.3.4. Arcilla de baja plasticidad (CL). 44
4.4. Capacidad última de cimentaciones superficiales. 47

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51
5.1. Conclusiones 51
5.2. Recomendaciones geotécnicas 52
5.2.1. Tipo y nivel de cimentación. 53
5.2.1.1. Capacidad de carga admisible. 53
5.2.1.2. Asentamientos. 55
5.2.2. Excavación e instalación de la línea de impulsión 56
6. RECOMENDACIONES GENERALES 59
6.1. Excavaciones 59
6.2. Requisitos granulométricos 61
6.3. Rellenos 64
6.4. Otras recomendaciones 64
7. LIMITACIONES. 66
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA. 67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización General del proyecto. 9
Figura 2. Ilustración del estado de los diferentes puntos del terreno en estudio. 11
Figura 3. Zona colindante al lugar en estudio, Sondeo N°1, N° 5, N°6, N°11, N°12 y N°13. 12
Figura 4. Zona colindante al lugar en estudio, Sondeo N°2, N° 3, N°4, N°7, N°8, N°9 y N°10. 13
Figura 5. Vegetación presente en las zonas de estudio y sus alrededores.....14
Figura 6. Ruta de la tubería de acueducto desde el municipio de Sabanalarga hasta los corregimientos Patilla, Gallego y Mirador. 16
Figura 7. Ilustración de exploración por el ensayo SPT. 19
Figura 8. Ilustración de las exploraciones realizadas al subsuelo (Sondeos). 20
Figura 9. Esquema de Cuchara partida (SPLITSPOON). 21
Figura 10. Muestras extraídas con la cuchara split sploon.....22
Figura 11. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°1 al N°4. 23
Figura 12. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°5 al N°8. 24
Figura 13. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°9 al N°13. 25
Figura 14. Ilustración de la hidrología del Atlántico 27
Figura 15. Mapa Geológico del Municipio de Sabanalarga – Atlántico 30
Figura 16. Coeficiente Fa y Coeficiente Fv del suelo. 33
Figura 17. Gráfica de Carta de Plasticidad (Casagrande). 44
Figura 18. Gráfica del contenido de agua y los estados del suelo (Holtz & Kovacs). 45
Figura 19. Esquema de superficie de falla del suelo. 48
Figura 20. Esquema del perfil de suelo y cimentación (Loadcap – GeoStru). 54
Figura 21. Ilustración de los bulbos de tensiones, (Loadcap – GeoStru). 54
Figura 22. Esquema de asentamientos diferenciales (Loadcap – GeoStru). 55
Figura 23. Esquema de profundidad y relleno de la zanja 58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las perforaciones geotécnicas. 18
Tabla 2. Parámetros sísmicos de diseño. 32
Tabla 3. Ensayos de laboratorios realizados y Normas aplicadas. 35
Tabla 4. Plasticidad del suelo según Burmister. 41
Tabla 5. Compacidad de suelos granulares. 42
Tabla 6. Consistencia de suelos cohesivos. 43
Tabla 7. Potencial de expansión de suelos cohesivos según NSR – 10. 44
Tabla 8. Arena arcillosa (SC). 46
Tabla 9. Arena limosa (SM). 46
Tabla 10. Arcilla de alta plasticidad (CH). 46
Tabla 11. Arcilla de baja plasticidad (CL). 47
Tabla 12. Corrección del N_{SPT} y correlaciones de los parámetros del subsuelo Sondeo N°1 al N°7. 49
Tabla 13. Corrección del N_{SPT} y correlaciones de los parámetros del subsuelo Sondeo N°8 al N°13. 50
Tabla 14. Gradación del material granular 56
Tabla 15. Gradación del material de recebo arenoso 57
Tabla 16. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG 58
Tabla 17. Franjas granulométricas del material afirmado. 62
Tabla 18. Requisitos de los agregados para afirmados 62
Tabla 19. Franjas granulométricas material subbase granular. 63
Tabla 20. Tolerancias para el peso de los agregados 63

1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1. Introducción

Este documento presenta el estudio de suelos realizado por la Empresa de Geotecnia **CONSTRUSUELOS S.A.S.**, a solicitud de la Firma **TRIPLE A S.A. E.S.P.,** donde se proyecta la construcción de la red de impulsión de acueducto, en los corregimientos de Patilla, Gallego y Mirador**,** del Municipio de Sabanalarga, Departamento del Atlántico. La investigación geotécnica se ejecutó a finales del mes de Julio del 2019.

La primera parte del informe geotécnico, incluye las generalidades del estudio, los objetivos, alcance y la metodología de investigación, teniendo en cuenta los lineamientos del RAS 2000 - Titulo G y A, y la NSR-10 - Título A. Adicionalmente, se relaciona el proceso investigativo llevado a cabo a través de una exploración de campo (inspección visual y perforaciones); así como, las pruebas de laboratorio con sus respectivos resultados, perfiles estratigráficos y la caracterización geotécnica del subsuelo estudiado.

La segunda parte, comprende el análisis de los datos obtenidos de las pruebas de campo y laboratorio necesarios para cuantificar las características físico – mecánicas e hidráulicas del subsuelo, resultados que le servirán de guía al Ingeniero Estructural para el respectivo diseño.

Por último, se realiza un análisis de Ingeniería Geotécnica, donde se plantean las conclusiones, recomendaciones del tipo de cimentación y lo concerniente al proceso constructivo, con el fin de garantizar la estabilidad de la estructura y la seguridad de los civiles.

1.2. Objeto y alcance del estudio

El presente informe tiene como objetivo principal, resolver los aspectos relativos a la cimentación y a las condiciones externas encontradas en el subsuelo, direccionadas a garantizar el correcto funcionamiento, la continuidad del servicio y la cobertura total de la red de impulsión en cada uno de los sectores donde tendrá incidencia.

El alcance del estudio, contiene la secuencia de las siguientes actividades:

a. Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del terreno, a través de una exploración de campo.
b. Determinar las propiedades geotécnicas de los suelos, en particular sus características mecánicas.
c. Elaborar un diseño adecuado y económico, que permita la estabilidad del proyecto.
d. Proyectar el mejor método de construcción, predecir y contrarrestar las dificultades y retrasos que puedan surgir durante la construcción debido a las condiciones de la zona.
e. Determinar las variaciones que se puedan presentar, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y del terreno, ya sea en forma natural o como resultado de las obras adyacentes.
f. Detectar la profundidad del nivel de aguas freáticas, en todas las exploraciones de campo.
g. Recomendar el tipo de cimentación más adecuado para el posicionamiento de la tuberia, dependiendo de las cargas a soportar y las condiciones del subsuelo.
h. Definir la profundidad de desplante, teniendo en cuenta la resistencia del suelo estudiado y los diseños del cliente.

i. Calcular la capacidad admisible en el suelo de fundación.

j. Calcular los asentamientos diferenciales y totales a los que se verá expuesta la cimentación propuesta.

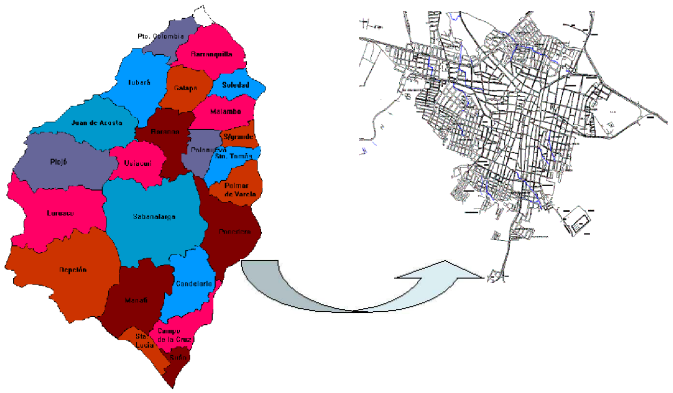
k. Valoración de los problemas de drenaje y estabilización de la excavación.

l. Establecimiento de los parámetros y procesos de construcción de los sistemas de cimentación.

1.3. Localización

La zona de estudio se encuentra localizado en la vía que comunica la cabecera Municipal de Sabanalarga con los corregimientos de Patilla, Gallego y Mirador, las coordenadas geográficas del inicio del estudio están referenciadas: -74.9229140° Oeste y 10.5349190° Norte, con una elevación de 111.0 m.s.n.m., en el Departamento del Atlántico; como se observa en la Figura 1. Localización General del proyecto.

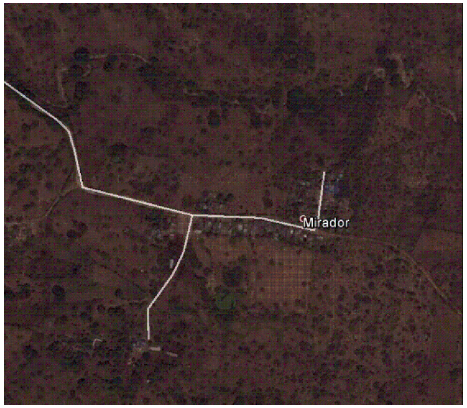


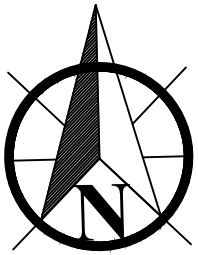












PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR	CLIENTE: Triple A S.A.E.S.P.				CONSTRUSUELOS CONSULTORIA INTERVENTORIA CONSTRUCCIÓN
LOCALIZACIÓN: Patilla, Gallego, Mirador y Sabanalarga	DISEÑADO POR: Daniela J. Alvarez Rojas				
COORDENADA: 10.5349190° N ; -74.9229140° O	FECHA: 06/2019	ESCALA: N/A	UNIDAD:METRO	PLANO 1/1	

2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Y DEL PROYECTO.

2.1. Información previa

Para que el Ingeniero Geotecnista pueda proyectar la exploración de los depósitos de suelo que existen en la zona de estudio, debe tener un conocimiento razonable del área que se proyecta intervenir; esto incluye las condiciones del sitio y del suelo cercano a la obra, las características y ubicación del proyecto dentro del área y el comportamiento de otras estructuras construidas en la vecindad.

Siendo consecuente con la información que se requiere, en primer lugar, se programó una inspección visual en campo para organizar la logística del estudio y verificar la zona; de igual manera, se solicitó al Cliente la información concerniente al proyecto y el estado actual del suelo en toda su extensión; con el objetivo de emitir las recomendaciones geotécnicas pertinentes para el proyecto y los procesos constructivos respectivos de las actividades de corte, relleno y nivelación.

El estudio de suelos que se proyecta ejecutar para la futura red de distribución, comprende las siguientes actividades:

a. Recopilación y estudio de la información entregada por el Cliente.
b. Exploraciones de campo, mediante el método que más se adapte a las condiciones del terreno.
c. Identificación por medio de ensayos de laboratorio de los depósitos naturales encontrados.
d. Análisis de los resultados obtenidos, tomando como base los datos recolectados en el método de exploración.

2.2. Características del sitio

La exploración geotecnica fue ejecutada en la zona rural, en vías catalogadas como secundarias (pavimentadas) que se encuentran en buen estado y terciarias (terreno natural); de acuerdo a las coordenadas donde se ubico cada sondeo, su vegetación es variable; algunos sectores son de tipo residencial; su configuración topográfica es relativamente plana, con línea de construcción igual a las vía rural existente; exceptuando el sondeo N℃6 (corregimiento Patilla) el cual se en contraba por debajo de la vía existente y su tipología es de clima seco con pocas pecipitaciones.



Figura 2. Ilustración del estado de los diferentes puntos del terreno en estudio.

Teniendo en cuenta que los sondeos se realizaron específicamente a un costado de las vías secundarias y terciarias, se pudo apreciar que en pequeñas áreas, los lotes colindantes están conformados por estructuras de uno (1) nivel básicamente de uso residencial, que a simple vista y superficialmente se encuentran en buen estado. Por otro

lado, no se detectaron accidentes geomorfológicos, generales o locales (cavernas, oquedades, corrimientos, deslizamientos, taludes, etc.) que representen riesgo alguno para la estabilidad de la estructura proyectada.



Figura 3. Zona colindante al lugar en estudio, Sondeo N°1, N°5, N°6, N°11, N°12 y N°13.















Figura 4. Zona colindante al lugar en estudio, Sondeo N°2, N°3, N°4, N°7, N°8, N°9 y N°10.

Las diferentes zonas en estudio cuentan con buena vegetación, destacándose la presencia de árboles altos, medianos y bajos, arbustos de mediana altura y maleza de monte, presencia de palmeras de gran altura, su tipología es de clima seco y con pocas precipitaciones durante el verano, y muchas precipitaciones durante el invierno.



Figura 5. Vegetación presente en las zonas de estudio y sus alrededores.

Las condiciones naturales de drenaje en general es nula; ya que la escorrentía de las aguas superficiales circula en todas las direcciones dependiendo de la topografía que predomina en la zona; en algunos sectores donde existen construcciones de viviendas, las aguas circulan en dirección a las vías existentes; sin embargo, tampoco cuentan con un sistema de captación de aguas superficiales por medio de tuberías subterráneas.

2.3. Características del proyecto

De acuerdo con la información suministrada por el cliente, el proyecto consiste en la ampliación de las redes de acueducto del Municipio de Sabanalarga hacia los corregimientos de Patilla, Gallego y Mirador; mediante una estación de bombeo, tubería de impulsión y redes de distribución. La tubería que se instalará cuenta con los siguientes diámetros y longitudes:

- Tubería PEAD PE 100 PN10 de 90 mm, longitud de 3600 m
- Tubería PEAD PE 100 PN10 de 110 mm, longitud de 260 m
- Tubería PEAD PE 100 PN10 de 160 mm, longitud de 13300 m

El plano del trazado de la ruta, entregado por el cliente, se muestra a continuación:

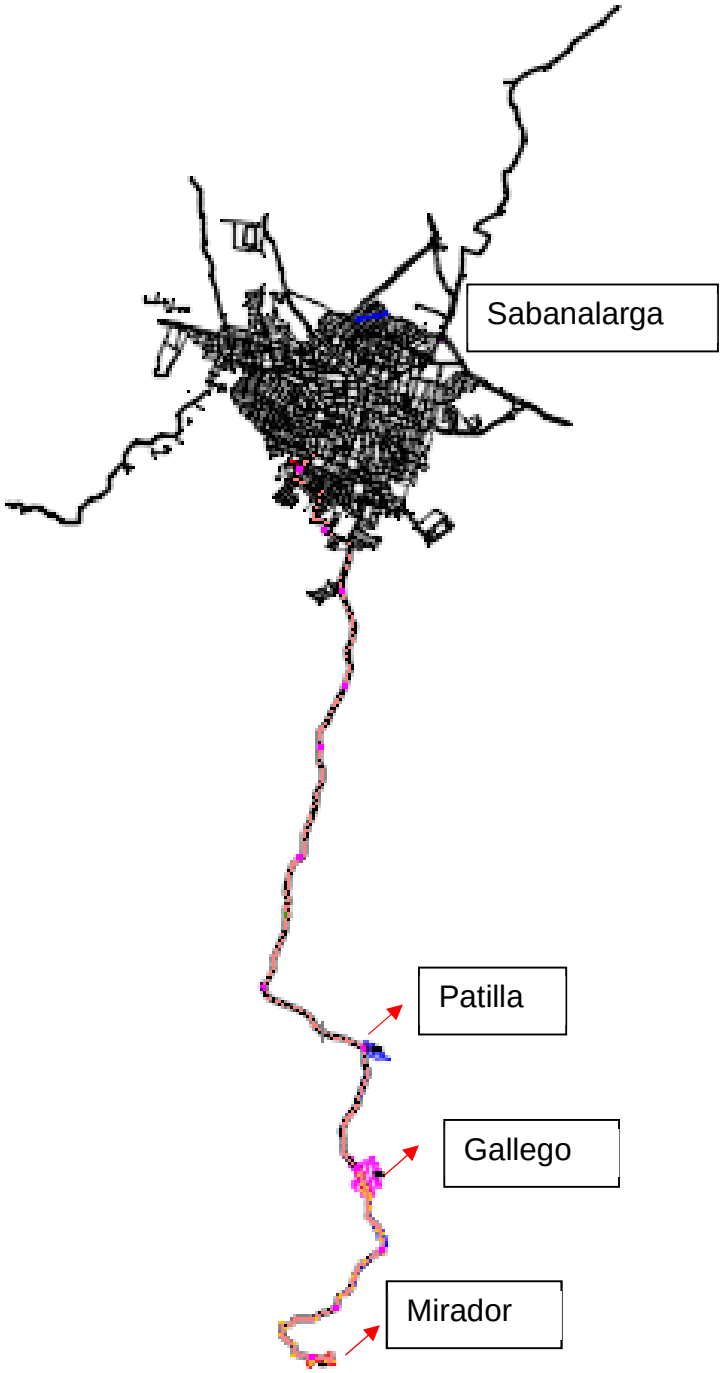


Figura 6. Ruta de la tubería de acueducto desde el municipio de Sabanalarga hasta los corregimientos Patilla, Gallego y Mirador.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO

3.1. Exploración de campo

Para la red que se tiene planeado instalar, se eligió un procedimiento de exploración de campo por los métodos: manual y percusión, tomando como base la información obtenida en la investigación previa.

De acuerdo a las características de la estructura y del suelo; éste clasifica como **SUELO TIPO 5 - 6** (RAS 2000 – Título G – Cap. 2.3.): suelo de grano fino con pendiente del terreno superior a 10° y suelo granular en terr eno plano o en pendiente, con o sin presencia de acuiferos confinados o libres; presentando un grado de dificultad **MEDIO - ALTO** por ser excavaciones a profundidades entre 2.50 m y 4.00 m (RAS 2000 – Tabla G.2.1); clasificando como variabilidad del subsuelo **BAJA** (RAS 2000 – Tabla G.2.2) y Teniendo en cuenta que la población de la cabecera municipal supera los 60000 habitantes, y de acuerdo con lo establecido en la tabla A.3.1 del RAS, los diseños para las redes de Acueducto deben realizarse para el nivel de complejidad **ALTO** (RAS 2000 - Tabla A.3.1); en base a lo anteriormente expuesto y por solicitud del cliente, se definió ejecutar un sondeo cada 1000 metros aprox., resultando un total de trece (13) sondeos, con profundidades de 3.0 metros, medidos desde la superficie actual del terreno, los cuales serán distribuidos por toda la longitud, donde se instalará la red de impulsión; de tal manera que se logre cumplir con el inciso (C) del (Cap. G.2.3.2.4. Profundidad de los sondeos – RAS 2000), teniendo en cuenta que es un proyecto con nivel de complejidad **ALTO** y los sondeos deben penetrar 2.0 m como mínimo por debajo del nivel de excavación.

Otro aspecto importante que se debe detectar en la exploración geotécnica, es la presencia de aguas libres subterráneas colgantes o niveles freáticos estables; puesto que su existencia es el principal causante de problemas en las cimentaciones, durante el proceso de excavación y construcción, principalmente.

PUNTO No.	TIPO DE PUNTO	DESIGNACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADA NORTE	COORDENADA OESTE	ELEVACIÓN (m)
1	SONDEO	S-1	3.00	10.5349190°	`-74.9229140°	111
2	SONDEO	S-2	3.00	10.549057°	´-74.919381°	89
3	SONDEO	S-3	3.00	10.540193°	´-74.922415°	111
4	SONDEO	S-4	3.00	10.545606°	´-74.918062°	88
5	SONDEO	S-5	3.00	10.554022°	´-74.920510°	102
6	SONDEO	S-6	3.00	10.566164°	´-74.919979°	101
7	SONDEO	S-7	3.00	10.572617°	´-74.930669°	120
8	SONDEO	S-8	3.00	10.585666°	´-74.926826°	121
9	SONDEO	S-9	3.00	10.597561°	´-74.924963°	106
10	SONDEO	S-10	3.00	10.603267°	´-74.922340°	96
11	SONDEO	S-11	3.00	10.613552°	´-74.922858°	101
12	SONDEO	S-12	3.00	10.620194°	´-74.925781°	102
13	SONDEO	S-13	3.00	10.625371°	´-74.927234°	108

Tabla 1. Coordenadas de las perforaciones geotécnicas.

3.1.1. Método de percusión

Este método describe el procedimiento conocido como Ensayo Normal de Penetración, el cual se fundamenta en conducir un muestreador de tubo partido dentro del suelo para obtener muestras de naturaleza alterada representativas con fines de identificación y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador. La Norma que describe esta metodología de exploración es la ASTM D1586-11. (Prueba de Penetración Estándar - SPT).

El método consiste en alcanzar la profundidad a la que se va a realizar la prueba, detener la entubación del sondeo, limpiar el fondo y hacer descender el toma muestra (cuchara SPT) mediante el varillaje. Una vez apoyada la cuchara, se procede a hincarla dejando caer una masa de 140 lb sobre la cabeza del varillaje desde una altura de 76 cm (30”), con un martillo manual de energía 60%. El resultado del ensayo, el índice N, es el número de golpes precisos para profundizar 30 cm. El recuento de golpes se efectúa por tramos de 15 cm (6”), haciendo para ello penetrar la punta total de 45 cm (18”).

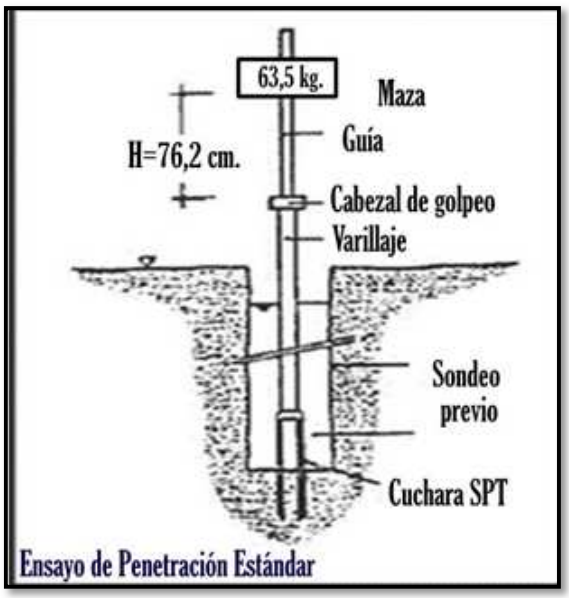


Figura 7. Ilustración de exploración por el ensayo SPT.



Figura 8. Ilustración de las exploraciones realizadas al subsuelo (Sondeos).

El primer tramo (denominado “Penetración de asiento”) no se tiene en cuenta; son el segundo (de 15 cm a 30 cm) de profundidad y el tercero (de 30 cm a 45 cm) los que intervienen en el resultado, que se expresa como suma de los golpes en ambos tramos.

El método SPT se usa ampliamente en la mayoría de proyectos de exploración geotécnica. La literatura técnica presenta correlaciones, tanto locales como de uso general, entre el número de golpes N y las características de los suelos del lugar o los comportamientos de terraplenes y cimentaciones diseñadas empleando estos datos.

En cada perforación se tomó muestras de forma continua con el toma muestras cuchara partida según lo descrito por la Norma ASTM D 420-93 (Investigación de suelos y rocas para propósitos de Ingeniería).

Las muestras extraídas fueron descritas en campo teniendo en cuenta lo contemplado en la Norma ASTM D2488-09 (Procedimiento visual-manual para descripción e identificación de muestras de suelos), para luego ser transportadas y almacenadas en el laboratorio según lo descrito en la Norma ASTM D 4220-95 (Prácticas estándar para la preservación y el transporte de muestras de suelo) y ASTM D 50.

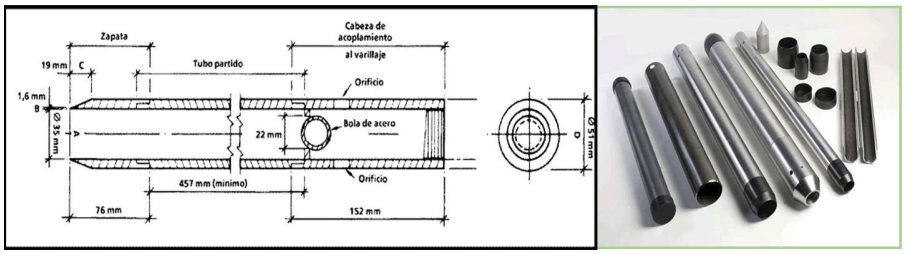


Figura 9. Esquema de Cuchara partida (SPLITSPOON).

Las muestras obtenidas con el toma muestras tipo cuchara partida (Split Spoon), se utilizaron para la clasificación e identificación de cada estrato de suelo y así obtener una guía de la resistencia *in situ* del suelo a lo largo de la profundidad explorada.



Figura 10. Muestras extraídas con la cuchara split sploon



Figura 11. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°1 al N°4.



Figura 12. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°5 al N°8.



SONDEO 9
ARENA
ARCILLOSA
Prof.: 0.00 – 1.50



SONDEO 9
ARENA LIMOSA
Prof.: 1.50 – 2.50



SONDEO 9
ARENA LIMOSA
Prof.: 2.5 – 3.00



SONDEO 10
ARENA LIMOSA
BIEN GRADADA
Prof.: 0.30 – 1.00



SONDEO 10
ARENA LIMOSA
Prof.: 1.00 – 3.00



SONDEO 11
ARCILLA DE BAJA
PLASTICIDAD
Prof.: 0.20 – 3.00



SONDEO 12
ARENA
ARCILLOSA
Prof.: 0.00 – 1.50



SONDEO 12
LIMO ARCILLOSO
Prof.: 1.50 – 3.00



SONDEO 13
ARCILLA DE BAJA
PLASTICIDAD
Prof.: 0.90 – 3.00

Figura 13. Muestras ensayadas en el laboratorio sondeo N°9 al N°13.

3.2. Características geotécnicas

3.2.1. Hidrología.

El Municipio de Sabanalarga posee una gran oferta ambiental por su diversidad y riqueza hidrológica. La Red Hidrográfica de Sabanalarga forma parte de dos importantes sistemas hidrográficos: la cuenca del Río Magdalena y la cuenca del Canal del Dique (embalse del Guájaro) Son tributarios del Magdalena las subcuencas de los arroyos Cascabel, Cabildo de la Peña, Aguas Blancas, Armadillo, Gallego, Carretico, El Chorro, Platanal Machacón, Cabeza de León, Guayepo y las Lajas, entre otros. Son tributarios del embalse del Guájaro, las subcuencas de los arroyos Molinero, Mamón, Matecaña, Salado, Albornoz, Pital y Aguada Grande. Al arroyo Molinero convergen otra serie de arroyos importantes, tales como el Isabel López, Platanal y Cascabel. No existen aforos que permitan conocer los caudales de los arroyos del Municipio que tributan hacia el Río Magdalena o hacia el Guájaro.

En el Municipio existen otros pequeños humedales poco conocidos como a 2 km al suroriente del casco urbano se localiza un humedal denominado la Lata, el cual está totalmente invadido por parte de la comunidad. Entre los corregimientos de Aguada de Pablo y la Peña se encuentran los siguientes manantiales, los cuales han sido apropiados por fincas privadas: Corriente Micaela, corriente Obispo, alberca de Cavito, La Sierra, Gindavela y Rebolledo. En una zona cercana a Sabanalarga se encuentran los siguientes manantiales que afloran a la superficie como chorros de agua: pozo escondido (el único que se halla canalizado), la cueva y la fuente.

3.2.2. Geología

Todas las formaciones geológicas del Municipio de Sabanalarga corresponden a la era Cenozoica (65.000.000.años), la cual está conformada por los Periodos Terciario 65 a 5 millones de años y el Cuaternario desde los 5 millones hasta nuestros días.

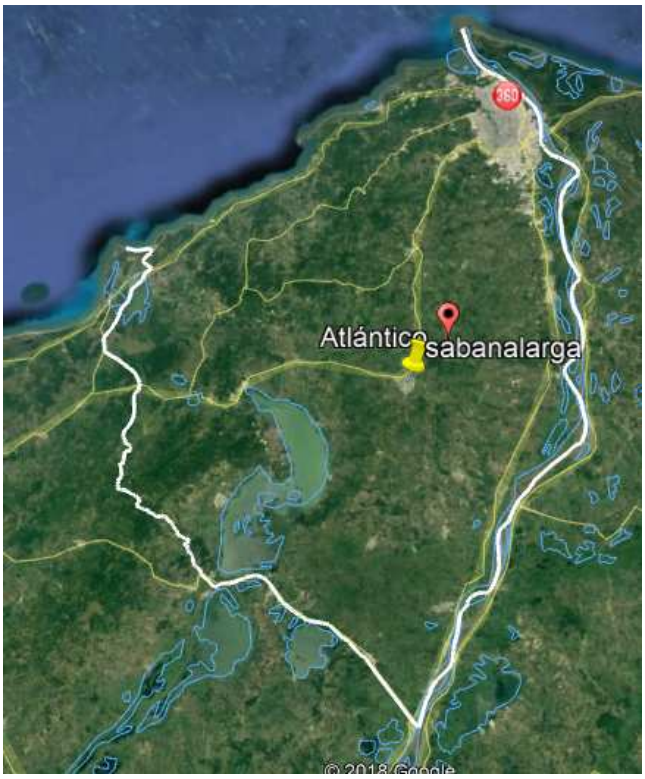


Figura 14. Ilustración de la hidrología del Atlántico

Geológicamente la región del Municipio de Sabanalarga forma parte de la Llanura del Caribe, la cual está constituida por Rocas del Terciario y del Cuaternario. El Terciario está representado por rocas sedimentarías plegadas de origen marino, mientras el Cuaternario está conformado por depósitos recientes y actuales de origen fluvial y lacustre. Presentamos en el presente capitulo una descripción semi-detallada de las diferentes unidades de rocas y estructuras geológicas presentes en el Municipio de Sabanalarga.

- **Unidad Limolitas Ferruginosas (T12):** Litológicamente consta de limolitas ferruginosas, arcillolitas e intercalaciones de areniscas arcillosas, calcáreas hacia la base y parte media. Aflora al sur y oeste del corregimiento de Hibacharo (Municipio de Piojo), al noreste de la Ciénaga del Totumo y al noroeste del corregimiento de Arroyo Grande (Municipios de Piojo y Usiacurí). Se desconoce su espesor, se depositó en ambiente marino profundo durante el Mioceno Inferior.

- **Unidad de Arcillolitas de Furo (T10)**: Consta de intercalaciones de arcillolita, limolitas y arenisca de grano fino, bien estratificadas y laminadas. Aflora al sur del corregimiento de Santa Verónica (Municipio de Juan de Acosta), haciendo parte del flanco occidental del sinclinal de Tubará. Su espesor aproximado es de 600 m, se depositó en un medio marino somero, durante el Mioceno inferior.
- **Unidad de arcillolitas de Sibarco (T7):** Consta de arcillolitas con yeso y limolitas arenosa, con intercalaciones delgadas de arenisca arcillosa. Forma parte del anticlinal de Sibarco, así como de los sinclinales de Tubará y Sabanalarga. Su espesor es de 200 m. Se depositó en ambiente marino durante el Mioceno medio.
- **Unidad conglomerado de Isabel López (T6)**: Consta de bancos de conglomerados de clastos medios en matriz arenosa, intercalados con capas de areniscas de grano medio a grueso. Su espesor varía de 30 a 150 m y sus buzamientos de 10º a 20º. Se depositó en un ambiente fluvial durante el Mioceno Superior.
- **Unidad arenisca calcárea de Santa Rosa (T5)**: Está compuesta por la alternancia de areniscas de grano grueso a conglomeratico, fosilíferas y shales limo-arcillosos que forman parte de los anticlinales de Sibarco, Sabanalarga y el sinclinal de Tubará. Presenta un espesor de 500 m, depositados en un medio marino durante el Mioceno Superior-Plioceno.
- **Unidad arcillolitas calcáreas (T4):** Alternancia de arcillolitas y areniscas calcáreas en los sectores de Baranoa y Tubará, pero en el sur del Sinclinal de Sabanalarga es esencialmente arcillosa. Las areniscas son de grano fino a grueso, con matriz arcillosa y en algunas partes cemento calcáreo. Está expuesta al sur del Municipio de Tubará, al este y oeste de los Municipios de Baranoa y Sabanalarga. Tiene un espesor de 300 m y buzamientos variables entre 3º y 15º. Se depositó durante el Mioceno superior- plioceno, en un medio marino.
- **Unidad de areniscas friables (T3)**: Compuesta por una alternancia de areniscas y conglomerados con algunas intercalaciones de lodolitas. El conglomerado presenta clastos de grava fina a gruesa y gránulos, dentro de una matriz arenosa,

friable y pobremente seleccionada. Aflora en inmediaciones de los Municipios de Sabanalarga y Baranoa, conformando el núcleo de sinclinal de Sabanalarga. Tiene un espesor de 150 m, sus buzamientos varían de 3º a 15º y su origen es fluviolacustre. La unidad fue depositada durante el Mioceno Plioceno.

- **Unidad de Gravas de Rotinet (Q7):** Alternancia de gravas con matriz arenosa y arenas de grano medio a grueso con intercalaciones de esporádicas de lodolita. Generalmente se encuentran horizontales pero en algunos sectores presentan inclinaciones de hasta 15º, como producto de neotectonismo. Tiene un espesor máximo de 110 m y se depositó durante el Pleistoceno medio a superior, en un ambiente deltáico.
- **Unidad depósitos aluviales-terrazas (Q6):** Compuesta de sedimentos limo-arcillosos en la parte superior y de intercalaciones de grava, arena gruesa y limo hacia la base; tiene un espesor de 70 m y se depositó en el Cuaternario en un ambiente cenagoso.
- **Unidad de depósitos eólicos antiguos (Q5):** Conformado por una secuencia no mayor a 12 m, compuesta por arenas cuarzosas de grano fino a medio; se extiende desde el corregimiento de Cascajal (Municipio de Sabanalarga) hasta inmediaciones del Municipio de Soledad. Son producto de los vientos alisios del nordeste actuando sobre los sedimentos fluviales depositados por el río Magdalena.
- **Unidad Depósitos Aluviales (Q3):** Se identifican así todos los depósitos de origen aluvial que se encuentran asociados a las márgenes de los ríos y arroyos actuales. Se compone de sedimentos tamaño lodo, arena y grava. Su espesor en general varía de 5 a 10 m, con excepción de la zona Luruaco - Péndales, donde alcanza los 40 m.

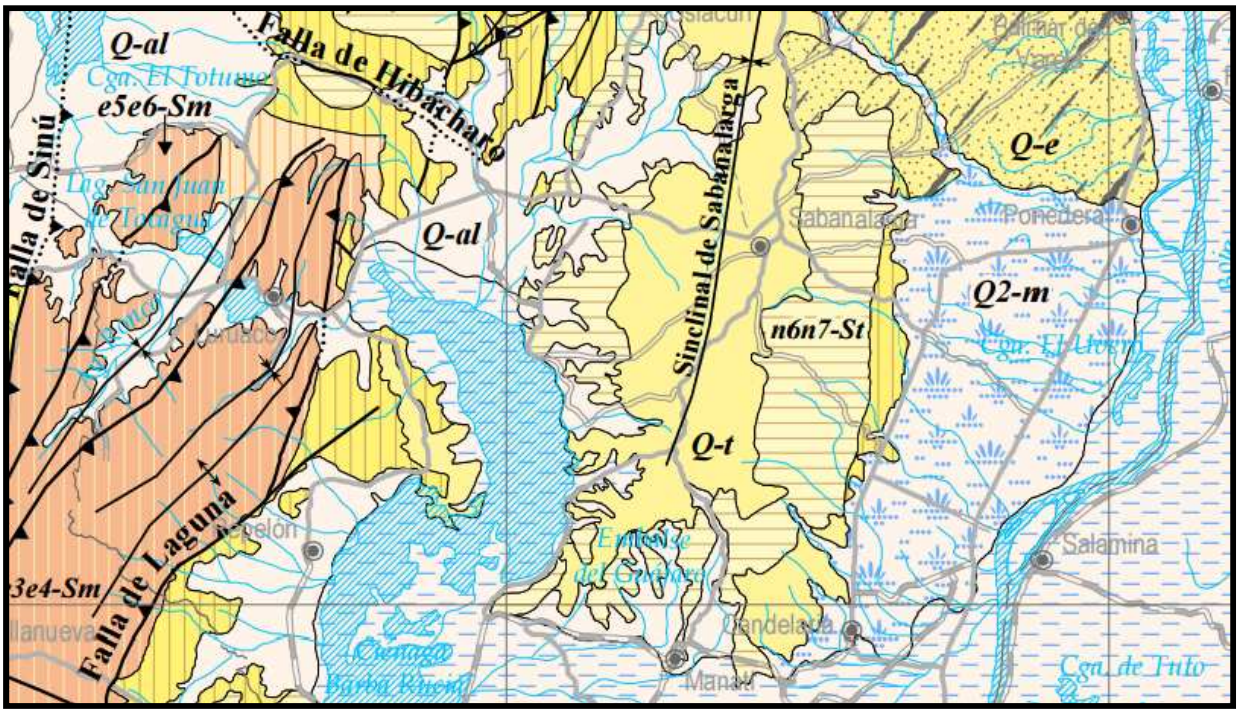


Figura 15. Mapa Geológico del Municipio de Sabanalarga – Atlántico

3.2.3. Clima.

La temperatura media anual del Departamento del Atlántico es de 27℃; con medias máximas registradas de 29.9℃ y mínimas de 2 5℃, entre octubre y noviembre. La humedad relativa es de 70% a 90%.

El régimen anual de lluvias es bimodal, con dos períodos de lluvias de abril a mayo y de agosto a noviembre, alternados con dos períodos secos de diciembre a marzo y de junio a julio. En Sabanalarga, el clima es bastante homogéneo a lo largo de todo el año y está caracterizado como clima tropical. En este ambiente se desarrolla una vegetación propia de condiciones de mucha sequía y elevadas temperaturas teniendo un promedio de 27.7℃.

3.2.4. Sismicidad del entorno.

El Caribe Colombiano es considerado como de sismicidad baja de acuerdo con la información histórica existente. Como fuentes sismo génicas en el área se destacan las fallas de Oca, Cuiza, Santa Marta, Urumita, Punta Canoa y Rosario, estas dos últimas postuladas por Vernette y otros (1993), con dirección E–W. Del mismo modo se consideran como fuentes sismogénicas de primer orden la falla de Romeral, Mamonal de dirección NNE y el cinturón deformado del caribe meridional. La región se caracteriza por el registro histórico de sismos en la mayoría de magnitud MS entre 4.1–5.5 y menores; aunque igualmente se presentan registros de sismos de magnitudes mayores asociadas al cinturón deformado del caribe meridional.

Los sismos cuyo epicentro se ha demarcado en cercanías de la Ciudad de Cartagena (Escallón y otros 1993, Ingeominas 1993) son de magnitudes de 4.1–5.5 y por su ubicación podrían relacionarse con las fallas de Canoas y Mamonal. Haciendo el análisis de recurrencia de magnitudes en un área de 250 Km de radio alrededor de Barranquilla y siguiendo la metodología expresada por Sarrias (1990), se encontró la probabilidad de ocurrencia de un sismo de MS = 6.8 en esta zona.

De igual manera se determinó la predominancia de sismo de magnitud pequeña en esta región. Estos resultados preliminares son apenas una pequeña aproximación a la inexactitud introducida por la predominancia de eventos de magnitud pequeña, que camuflan la probabilidad de sismos de magnitud más grande con un período de recurrencia mayor al registrado histórico. También, se indica el número bajo de epicentros localizados en el área analizada (74 epicentros) la mayoría de los cuales no presenta localización instrumental.

3.2.5. Sismicidad en la zona.

Para dar cumplimiento a lo estipulado en el Título **A** de la Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente (**NSR-10**), en el apartado A-2-4, los efectos locales de respuesta sísmica del proyecto, deben evaluarse utilizando los siguientes parámetros básicos, de la tabla 2.

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Localidad	Sabanalarga - Atlántico
Riesgo Sísmico	BAJO
Coeficiente de aceleración Pico Esperado para diseño (Aa)	0.10
Coeficiente de velocidad pico efectiva (Av)	0.10
Tipo de perfil del suelo	D
Coeficiente de ampliación que modifica la aceleración en periodos cortos, Fa (NSR-10 tabla A.2.4-3)	1.60
Coeficiente de ampliación que modifica la aceleración en periodos intermedios, Fv (NSR-10 tabla A.2.4-4)	2.40

Tabla 2. Parámetros sísmicos de diseño.

Por la naturaleza y uso de la estructura, clasifica en Grupo **IV – Edificaciones indispensables** (numeral A.2.5.1.1. NSR-10), Inciso (**d) –** Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos. El coeficiente de importancia **(I)** de acuerdo al grupo de uso es igual a 1.5 (Tabla A.2.5-1. NSR-10).

En relación al tipo de suelo, se consideran los coeficientes de amplificación Fa y Fv del suelo, para las zonas de períodos cortos y períodos intermedios del espectro, los valores se detallan a continuación, como se muestra en los siguientes gráficos:

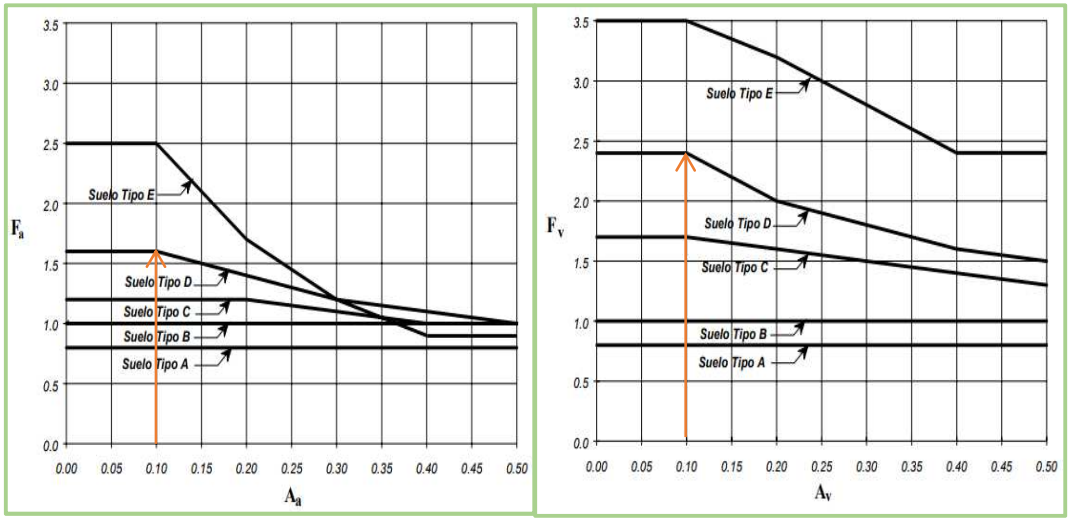


Figura 16. Coeficiente Fa y Coeficiente Fv del suelo.

La metodología utilizada para definir el tipo de perfil de suelo, se realizó en base a datos geo-referenciados de estudios que se han realizado cerca de la zona de exploración, teniendo en cuenta los 30.0 m de profundidad que estipula la Norma (NSR-10) en su título A, para el cálculo del N medio, empleando la ecuación del numeral **A.2.4.3.2 – NUMERO MEDIO DE GOLPES DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR** - Inciso **(a) Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo.**

Para realizar este cálculo, se emplearon los números de golpes obtenidos en el ensayo de penetración estándar (SPT) corregidos a profundidades máximas de 30.0 metros, por los efectos de la presión de sobrecarga (N_1) y por la eficiencia del martillo (N_{60}), resultando el número de golpes corregido como (N_{160}), empleando las siguientes ecuaciones:

- **$N_1 = C_N * N$**

$C_N = [0.77 * Log_{10}(1912/\sigma'_V)]$ Peck et al. (1974)
N = Número de golpe del SPT en campo

- **N_{60} = (ER/60%)*N**

ER = Eficiencia del martillo (%)

- **N_{160} = C_N*N_{60}**

En base a los tipos de suelos y su grado de compacidad y consistencia, correlacionada con los valores del número de golpes corregidos obtenidos mediante el ensayo SPT en los metros explorados más los valores encontrados de N corregidos a N_{160} en estudios de suelos realizados en el perímetro del área a profundidades de 30.0 metros, se define el perfil de suelo, siguiendo los lineamientos del numeral A.2.4.2 (**TIPOS DE PERFIL DE SUELO**) de la NSR-10, se considera un tipo de perfil del suelo **D,** que contiene perfiles de suelos rígidos, que tienen un número de golpes 50> N $\geq$ 15.

De igual manera, se presenta la alternativa de complementar la definición del perfil del suelo dada, a través de métodos geofísicos, para obtener el parámetro de velocidad de ondas cortantes del suelo (Vs), de manera continua hasta una profundidad de al menos 30.0 m y/o por estudios regionales que provean la información asociada a los estratos más profundos.

3.3. Ensayos de laboratorio

En cada una de las perforaciones ejecutadas se recuperaron muestras de naturaleza alterada, las cuales se consideran representativas del perfil natural del terreno. Las muestras, se analizaron inicialmente en forma visual y se seleccionaron algunas para ser sometidas en el laboratorio a los ensayos principales, de acuerdo con las necesidades del estudio y las características de los suelos encontrados.

Los ensayos de laboratorio realizados, permiten conocer realmente el tipo de suelo, sus características y propiedades físicas.

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA ASTM	Norma INVE
Contenido de Humedad Natural	ASTM D 2216-22	INVE-122-13
Granulometría por tamizado	ASTM 422-63	INVE-123-13
Límites de Atterberg	ASTM D 4318-95	INVE-125-126-13
Peso Unitario	ASTM D 7263-09	INVE-217-13

Tabla 3. Ensayos de laboratorios realizados y Normas aplicadas.

El análisis granulométrico, tiene por objeto determinar los tamaños de las partículas, inferir su origen geológico y obtener parámetros como diámetro efectivo, coeficiente de uniformidad y curvatura; junto con la granulometría, se calculan los límites de Atterberg, método que evalúa los cambios de estados del suelo, dependiendo del contenido de agua.

El límite líquido y el Índice de plasticidad constituyen unidos una medida de la plasticidad del suelo. La interpretación de las pruebas de los límites líquidos y plásticos se facilita usando la Carta de plasticidad desarrollada por A. Casagrande.

El ensayo de contenido de humedad, es una de las características fundamentales para explicar el comportamiento del suelo, como por ejemplo los cambios de volumen, cohesión y estabilidad mecánica. La humedad natural de un suelo es en sí una propiedad índice útil. Sin embargo, tiene un mayor significado la relación de la humedad natural a los límites líquido y plástico.

El ángulo de fricción de los depósitos granulares, están determinados en base a correlaciones de los valores de N_{160} del ensayo SPT, modificado según Bowles, 1977 y de acuerdo a nuestra experiencia y criterio, se seleccionaron valores específicos dentro de los rangos.

4. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y GEOTÉCNICO

4.1. Estratigrafía

Al visualizar las muestras extraídas en cada uno de los sondeos de campo y complementando con los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, se comprueba que la estratigrafía presente en la zona de estudio, se divide en suelos granulares, que clasifican como: arena arcillosa y arena limosa; también se encontraron suelos laminares que clasifican como: arcilla de baja plasticidad y en menores proporciones arcilla de alta plasticidad y limo arcilloso.

Los perfiles estratigráficos, se pueden detallar en el **ANEXO N° 2** del presente informe, para su presentación se emplea el software Stratigrapher – GeoStru 2011.

- **Sondeo N°1.**

La columna estratigráfica, se compone inicialmente por un estrato de arena arcillosa color marrón con presencia de grava de 1.50 m de espesor; subyacido por un estrato de arcilla de baja plasticidad de color marrón de 1.50 m de espesor; perforando en total una profundidad de 3.00 m. En cuanto al grado de compacidad de la arena es densa, en correlación con el número de golpe por pie que se obtiene del ensayo SPT, y el grado de consistencia de la arcilla es dura.

- **Sondeo N°2.**

En esta exploración, se encontró un estrato de arcilla de alta plasticidad color gris con vetas marrones en toda la profundidad de perforación (3.00 m de espesor). El grado de consistencia de la arcilla es dura; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°3.**

La columna estratigráfica está conformada por un estrato de arena arcillosa color marrón de 3.00 m de espesor. El grado de compacidad de la arena es muy densa a medida que se avanza en profundidad, en correlación con el número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°4.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arcilla con presencia de grava y contamina por raíces vegetales, de 0.30 m de espesor; seguida por un estrato de arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro de 2.70 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de consistencia de la arcilla es dura; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°5.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena limosa con presencia de fragmentos de roca (canto rodado) de 0.10 m de espesor; seguida por un estrato de arena limosa de color marrón con presencia de grava de 0.90 m de espesor; subyacido por un estrato de arena arcillosa color marrón de 2.00 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de las arenas varia de media a densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°6.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena arcillosa con presencia de hojas, fragmentos de roca (canto rodado) y contaminado por basura de 0.10 m de espesor; seguida por un estrato de arena arcillosa de color marrón de 0.40 m de espesor; subyacido por un estrato de arena limosa color marrón de 2.50 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de las arenas es muy densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°7.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena arcillosa con presencia de raíces vegetales y fragmentos de roca (canto rodado) de 0.50 m de espesor; seguida por un estrato de arena arcillosa de color marrón de 1.00 m de espesor; subyacido por un estrato de arena limosa color marrón de 1.50 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de las arenas es muy densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°8.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena arcillosa húmeda con presencia de raíces vegetales de 1.00 m de espesor; seguida por un estrato de arena arcillosa de tonalidades que varían de marrón a marrón claro de 2.00 m de espesor; perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de la arena varia de media a densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°9.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de arena arcillosa color marrón de 1.50 m de espesor; seguida por un estrato de arena limosa color marrón claro de 1.50 m de espesor; perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de las arenas es densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°10.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena limosa con presencia de raíces vegetales y grava de 0.30 m de espesor; seguida por un estrato de arena limosa bien gradada con presencia de grava color marrón oscuro de 0.70 m de espesor; subyacida por un estrato de arena limosa con presencia de grava color marrón claro de 2.00 m de espesor; perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de la arena varia de densa a muy densa; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°11.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena arcillosa con presencia de grava de 0.20 m de espesor; seguida por un estrato de arcilla de baja plasticidad de color marrón claro con presencia de arena de 2.80 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de consistencia de la arcilla es dura; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°12.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de arena arcillosa color marrón de 1.50 m de espesor; seguida por un estrato de limo arcilloso color marrón de 1.50 m de espesor; perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de compacidad de la arena es muy densa y el grado de consistencia del limo es duro; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

- **Sondeo N°13.**

En el perfil estratigráfico, se compone inicialmente por un estrato de relleno compuesto por una matriz de arena con presencia de grava contaminada por maleza de monte y escombros de 0.90 m de espesor; seguida por un estrato de arcilla de baja plasticidad de color marrón claro con presencia de arena de 2.10 m de espesor, perforando en total una profundidad de 3.00 m. El grado de consistencia de la arcilla es dura; este dato es en base a correlaciones con los resultados del número de golpes por pie, que se obtiene del ensayo SPT.

4.2. Nivel freático

Uno de los aspectos más importantes es el lograr detectar durante el proceso de perforación la existencia del agua subterránea libre o confinada; ya que la presencia de agua, en relación a los esfuerzos, produce una disminución de las propiedades de resistencia; además de flujo y erosión interna.

En la fecha de la exploración de campo, se detectó la presencia de niveles de aguas freáticas en el sondeo N°8 a una cota de -1.5 0 m del suelo, posiblemente como consecuencia de un jagüey presente dentro del cerramiento de la finca san miguel; lo cual se debe tener en consideración al momento de iniciar las labores constructivas del proyecto.

4.3. Caracterización geotécnica

4.3.1. Arena arcillosa (SC).

El estrato de arena arcillosa presente en la zona de estudio tiene un contenido de humedad que varía de 6.30% a 15.50%; posee características de plasticidad que varía de baja a media; con un límite líquido que está entre el rango de 21.17% a 27.69%; un límite plástico que oscila entre 11.37% y 17.33%, lo que resulta en un índice de plasticidad que varía entre 9.35% y 10.97%. El contenido de finos está entre 17.76% y 39.76%. De acuerdo a sus características granulométricas y plásticas, estos suelos se clasifican como SC, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.S.).

Burmister classifies plastic properties of soils according to their plastic index as follows:

Plasticity Index	*Plasticity*
0	Nonplastic
1 to 5	Slight
5 to 10	Low
10 to 20	Medium
20 to 40	High
>40	Very high

Tabla 4. Plasticidad del suelo según Burmister.

Los depósitos descritos anteriormente son suelos permeables, con estabilidad volumétrica moderada y por tanto alguna susceptibilidad a experimentar cambios de volumen cuando varía su contenido de humedad.

Como referencia se midió en campo la resistencia a la penetración estándar (N), con valores corregidos (N_{160}) desde 33 hasta >50 (condición de rechazo) de penetración, a medida que se avanza en profundidad. Este material presenta una compacidad que varía de densa a muy densa, evaluada con base a correlaciones del ensayo de penetración estándar (SPT).

4.3.2. Arena limosa (SM).

El estrato friccionante no presenta ni límite líquido (LL), ni límite plástico (LP) lo que indica una plasticidad nula (según Burmister); su humedad oscila en un intervalo de 3.70% a 7.30%; el contenido de finos varía de 17.76% a 29.23%; de acuerdo a sus características granulométricas y plásticas estos suelos clasifican como SM, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.S.).

Su compacidad evaluada con base en los resultados de los ensayos de penetración estandar, presenta una compacidad que varía de densa a muy densa, con número de golpes por pie corregidos (N_{160}) desde 45 hasta >50 golpes/pie (condición rechazo).

ARENAS	
N° de Golpes Ensayo $N_{(SPT)}$	**COMPACIDAD**
0 – 4	Muy suelta
5 – 10	Suelta
11 – 30	Media
31 – 50	Densa
>50	Muy densa

Tabla 5. Compacidad de suelos granulares.

4.3.3. Arcilla de alta plasticidad (CH).

Este material, presenta un límite líquido (LL) que oscila entre 59.79% y 66.43%; su límite plástico (LP) es del 23.21% al 26.96%; lo que resulta en un índice de plasticidad que está en un rango de 32.83% a 43.22%, por lo tanto, su plasticidad es alta (según Burmister); su contenido de finos oscila entre 97.69% y 98.84%; su humedad varía del 27.0% al 31.0%. De acuerdo a sus características granulométricas y plásticas, estos

suelos se clasifican como CH, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.S.).

Los depósitos descritos anteriormente son suelos altamente impermeables, con estabilidad volumétrica alta y por tanto susceptibilidad a experimentar cambios de volumen cuando varía su contenido de humedad. Se midió en campo la resistencia a la penetración estándar (N), con valores corregidos (N_{160}) desde 47 hasta > 50 golpes/pie (condición normal) de penetración a medida que se avanza en profundidad, resultando un suelo de consistencia dura.

ARCILLAS	
No. de golpes $N_{(SPT)}$	**Consistencia**
Menos de 2	Muy blanda
2 – 4	Blanda
4 – 8	Media
8 – 15	Firme
15 – 30	Muy firme
> 30	Dura

Tabla 6. Consistencia de suelos cohesivos.

El límite líquido (LL) y el índice de plasticidad (IP), constituyen unidos una medida de la plasticidad del suelo. Dado a que este tipo de suelos está representado por arriba de la línea “A” de la carta de plasticidad de Casagrande, clasifica como arcillas inorgánicas; en donde su plasticidad está en un rango alto (LL > 50%), con valores crecientes del límite líquido en profundidad.

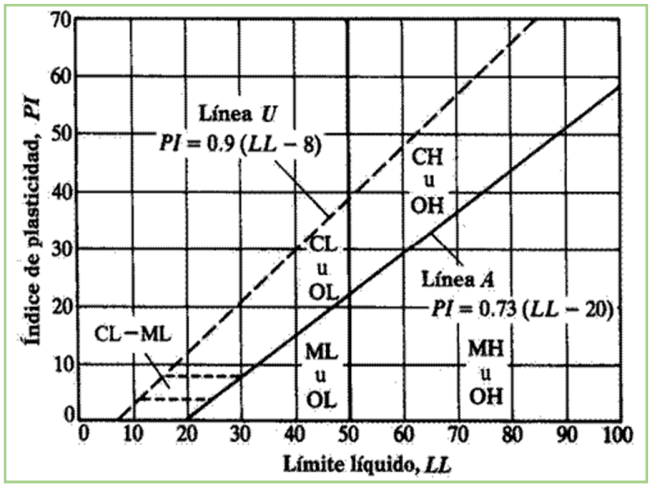


Figura 17. Gráfica de Carta de Plasticidad (Casagrande).

Según el contenido de la tabla H.9.1-1 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se verificó en el laboratorio mediante los ensayos de las propiedades índices correspondientes que, las arcillas de alta compresibilidad encontradas en la zona de estudio, clasifican como suelos con potencial de expansión **MUY ALTO**, con un porcentaje máximo de IP de 43.22% y el LL del 66.43%, estos resultados en base a los ensayos de laboratorios de los límites de Atterberg.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 7. Potencial de expansión de suelos cohesivos según NSR – 10.

4.3.4. Arcilla de baja plasticidad (CL).

Las arcillas de baja compresibilidad presentes en la zona de estudio, tienen contenido de humedad natural (w) variable entre 10.0% y 19.10%; con límite líquido (LL) entre 31.3% y 49.4%; límite plástico (LP) con un mínimo y máximo de 18.93% y 22.67%

respectivamente y un índice de plasticidad (IP) que oscila entre 10.83% y 26.73%; por tanto, el grado de plasticidad está entre el rango MEDIO a ALTO (según Burmister). El porcentaje de partículas que pasan el tamiz N°200 varía del 71.12% al 87.19%, de acuerdo a sus características granulométricas y plásticas clasifica como: CL.

Los resultados de la prueba de penetración estándar (SPT) puede correlacionarse aproximadamente con algunas propiedades físicas importantes del suelo, en la tabla 6 se muestra estas correlaciones; por lo que al obtener números de golpes por pie corregidos (N_{160}), >50 (condición de rechazo), la consistencia de estos depósitos es dura.

En mayores proporciones y espesores de estos depósitos, se puede apreciar que el contenido de humedad es bajo (w < 30%) muy cercana al límite plástico, marcado por el cambio de color de oscuro a claro, en ese momento el suelo por su contenido de agua es más próximo al límite de contracción, su consistencia es dura y su índice de liquidez (IL) es negativo en los suelos que tienen humedades menores que el límite plástico con valores próximos desde -0.53 a -0.13, por ende las muestras presentan un estado físico solido frágil, tal como se aprecia en la siguiente figura.

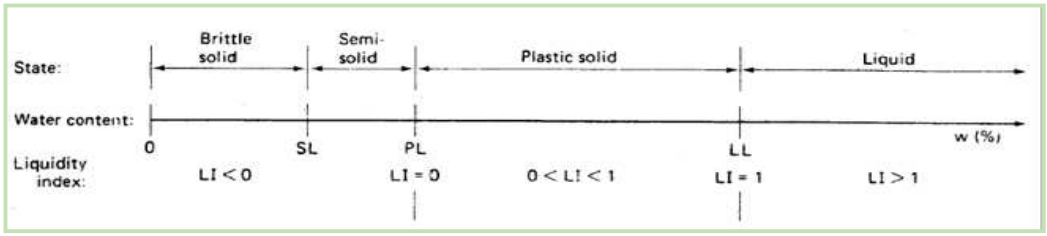


Figura 18. Gráfica del contenido de agua y los estados del suelo (Holtz & Kovacs).

Según el contenido de la tabla H.9.1-1 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), las arcillas de baja compresibilidad en su mayoría clasifican como suelos con potencial de expansión MEDIO, con porcentajes máximos de IP igual a 26.73% y LL de 49.40%; datos tomados de los resultados del ensayo de limites de Atterberg en el laboratorio.

En las siguientes tablas, se muestra un resumen de los parámetros índices del suelo que predomina en el área de estudio.

PARÁMETROS	Rango de valores	
	Mínimo	Máximo
Contenido de Humedad	6.30 %	15.50 %
Limite Liquido	21.17 %	27.69 %
Limite Plástico	11.37 %	17.33 %
Índice de Plasticidad	9.35 %	10.97 %
Clasificación U.S.C.S	SC	
% Pasa tamiz 200	17.76 %	39.76 %

Tabla 8. Arena arcillosa (SC).

PARÁMETROS	Rango de valores	
	Mínimo	Máximo
Contenido de Humedad	3.70 %	7.30 %
Limite Liquido	--	--
Limite Plástico	--	--
Índice de Plasticidad	--	--
Clasificación U.S.C.S	SM	
% Pasa tamiz 200	17.76 %	29.23 %

Tabla 9. Arena limosa (SM).

PARÁMETROS	Rango de valores	
	Mínimo	Máximo
Contenido de Humedad	27.0 %	31.0 %
Limite Liquido	59.79 %	66.43%
Limite Plástico	23.21 %	26.96 %
Índice de Plasticidad	32.83 %	43.22 %
Clasificación U.S.C.S	CH	
% Pasa tamiz 200	97.69 %	98.84 %

Tabla 10. Arcilla de alta plasticidad (CH).

PARÁMETROS	Rango de valores	
	Mínimo	Máximo
Contenido de Humedad	10.0 %	19.1 %
Limite Liquido	31.30 %	49.4 %
Limite Plástico	18.93 %	22.67 %
Índice de Plasticidad	10.83 %	26.73 %
Clasificación U.S.C.S	CL	
% Pasa tamiz 200	71.12 %	87.19 %

Tabla 11. Arcilla de baja plasticidad (CL).

Los resultados concernientes a los ensayos de laboratorios realizados a las muestras recuperadas en la exploración geotécnica, se pueden detallar en el **ANEXO N°3** del presente informe.

4.4. Capacidad última de cimentaciones superficiales.

La carga última de una cimentación superficial se puede definir como el valor máximo de la carga con el cual en ningún punto del subsuelo se alcanza la condición de rotura (método de **Frohlich, 1934**), o también refiriéndose al valor de la carga, mayor del anterior, para el cual el fenómeno de rotura se extiende a un amplio volumen del suelo (método de Prandtl y sucesores).

La falla generalizada según **Prandtl (1920)**, consiste en la teoría de equilibrio plástico para determinar la capacidad de carga a la falla de áreas cargadas en forma continua; teoría desarrollada para materiales con cohesión y ángulo de fricción interna (teoría de Mohr – Coulomb). En el acto de la rotura se verifica la plasticidad del material contenido entre la superficie límite del semiespacio y la superficie *GFBCD.*

En el triángulo *AEB* la rotura se da según dos familias de segmentos rectilíneos e inclinados en *45°+ Φ/2* con respecto al horizontal. En las zonas *ABF y EBC* la rotura

se produce a lo largo de dos familias de líneas, una constituida por segmentos rectilíneos que pasan respectivamente por los puntos *A* y *E* y la otra por arcos de familias de espirales logarítmicas.

Los polos de éstas son los puntos *A* y *E*. En los triángulos *AFG y ECD* la rotura se da en segmentos inclinados en ± *(45°+ Φ /2)* con respecto a la vertical. Individuado así el volumen de terreno llevado a rotura por la carga límite, éste se puede calcular escribiendo la condición de equilibrio entre las fuerzas que actúan en cualquier volumen de terreno delimitado debajo de cualquiera de las superficies de deslizamiento.

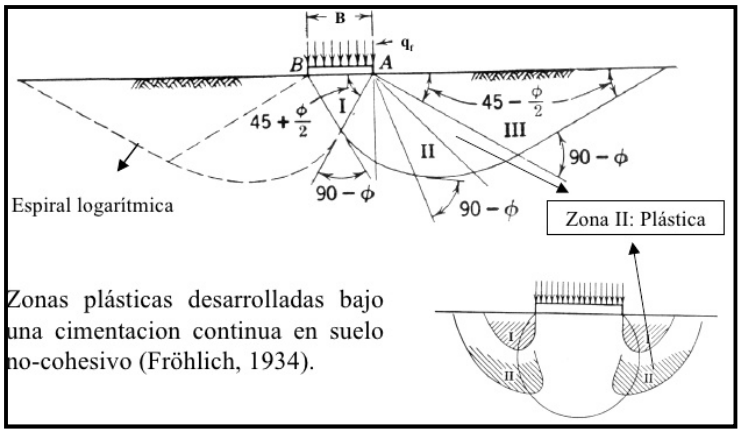


Figura 19. Esquema de superficie de falla del suelo.

El cálculo de la capacidad de carga última o límite de un suelo, está definida como la máxima presión, que se puede aplicar a la cimentación, sin que penetre en el suelo de fundación. Mientras que la capacidad portante, es aquella donde la carga última está reducida por un factor de seguridad, también se le denomina “Capacidad de carga admisible.

IMPULSIÓN EN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR ; CORREGIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE SABANALARGA; SABANALARGA - ATLÁNTICO" - TRIPLE S.A.E.S.P.															
INFORMACIÓN GENERAL					PARÁMETROS ÍNDICE						ENSAYO SPT				
Sondeo	Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Tipo de suelo	γ (Ton/m³)	Wn (%)	% pasa Tamiz 200	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico LP (%)	Índice de plasticidad IP (%)	σ' (MPa)	N campo	N60	CN	N160	
1															
	0.50 - 1.50	1.00	SC	1.84	9.50	19.49	24.85	14.15	10.70	0.02	45.00	33.75	1.57	53.00	
	1.50 - 2.50	1.00	CL	1.88	19.10	87.19	49.40	22.67	26.73	0.02	59.00	44.25	1.56	70.00	
	2.50 - 3.00	0.50	CL	1.88	19.10	87.19	49.40	22.67	26.73	0.01	70.00	52.50	1.79	95.00	
2															
	0.50 - 1.50	1.00	CH	1.85	31.00	98.84	66.43	23.21	43.22	0.02	44.00	33.00	1.57	52.00	
	1.50 - 2.50	1.00	CH	1.87	27.00	97.69	59.79	26.96	32.83	0.02	40.00	30.00	1.56	47.00	
	2.50 - 3.00	0.50	CH	1.87	27.00	97.69	59.79	26.96	32.83	0.01	42.00	31.50	1.79	57.00	
3															
	0.50 - 1.50	1.00	SC	1.86	8.50	38.03	27.59	17.33	10.26	0.02	55.00	41.25	1.56	65.00	
	1.50 - 2.50	1.00	SC	1.86	8.50	38.03	27.59	17.33	10.26	0.02	64.00	48.00	1.56	76.00	
	2.50 - 3.00	0.50	SC	1.86	8.50	38.03	27.59	17.33	10.26	0.01	74.00	55.50	1.80	100.00	
4															
	0.50 - 1.50	1.00	CL	1.80	10.00	71.12	37.55	19.56	17.99	0.02	50.00	37.50	1.58	60.00	
	1.50 - 2.50	1.00	CL	1.80	10.00	71.12	37.55	19.56	17.99	0.02	66.00	49.50	1.58	78.00	
	2.50 - 3.00	0.50	CL	1.80	10.00	71.12	37.55	19.56	17.99	0.01	78.00	58.50	1.81	106.00	
5															
	1.00 - 2.00	1.00	SC	1.86	11.00	38.33	24.46	13.75	10.71	0.02	28.00	21.00	1.56	33.00	
	2.00 - 3.00	1.00	SC	1.86	11.00	38.33	24.46	13.75	10.71	0.02	39.00	29.25	1.56	46.00	
6															
	0.50 - 1.50	1.00	SM	1.89	3.70	19.02	0.00	0.00	0.00	0.02	50.00	37.50	1.56	59.00	
	1.50 - 2.50	1.00	SM	1.89	3.70	19.02	0.00	0.00	0.00	0.02	66.00	49.50	1.56	78.00	
	2.50 - 3.00	0.50	SM	1.89	3.70	19.02	0.00	0.00	0.00	0.01	78.00	58.50	1.79	105.00	
7															
	0.50 - 1.50	1.00	SC	1.84	10.60	39.76	27.69	16.72	10.97	0.02	55.00	41.25	1.57	65.00	
	1.50 - 2.50	1.00	SM	1.89	7.30	20.44	0.00	0.00	0.00	0.02	52.00	39.00	1.56	61.00	
	2.50 - 3.00	0.50	SM	1.89	7.30	20.44	0.00	0.00	0.00	0.01	80.00	60.00	1.79	108.00	

Tabla 12. Corrección del N_{SPT} y correlaciones de los parámetros del subsuelo Sondeo N°1 al N°7.

IMPULSIÓN EN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR ; CORREGIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE SABANALARGA; SABANALARGA - ATLÁNTICO" - TRIPLE S.A.E.S.P.															
INFORMACIÓN GENERAL					PARÁMETROS ÍNDICE						ENSAYO SPT				
Sondeo	Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Tipo de suelo	γ (Ton/m³)	Wn (%)	% pasa Tamiz 200	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico LP (%)	Índice de plasticidad IP (%)	σ' (MPa)	N campo	N60	CN	N160	
8															
	1.00 - 2.00	1.00	SC	1.80	11.90	17.76	23.17	13.22	9.95	0.02	29.00	21.75	1.58	35.00	
	2.00 - 3.00	1.00	SC	1.87	15.50	23.05	21.17	11.37	9.80	0.02	47.00	35.25	1.56	56.00	
9															
	0.50 - 1.50	1.00	SC	1.83	8.50	34.28	26.42	17.07	9.35	0.02	32.00	24.00	1.57	38.00	
	1.50 - 2.50	1.00	SM	1.86	6.90	17.74	0.00	0.00	0.00	0.02	38.00	28.50	1.56	45.00	
	2.50 - 3.00	0.50	SM	1.86	6.90	17.74	0.00	0.00	0.00	0.01	45.00	33.75	1.80	61.00	
10															
	1.00 - 2.00	1.00	SM	1.90	4.70	29.23	0.00	0.00	0.00	0.02	49.00	36.75	1.56	58.00	
	2.00 - 3.00	1.00	SM	1.90	4.70	29.23	0.00	0.00	0.00	0.02	78.00	58.50	1.56	92.00	
11															
	0.50 - 1.50	1.00	CL	1.90	15.40	83.10	31.30	20.47	10.83	0.02	61.00	45.75	1.56	72.00	
	1.50 - 2.50	1.00	CL	1.90	15.40	83.10	31.30	20.47	10.83	0.02	69.00	51.75	1.56	81.00	
	2.50 - 3.00	0.50	CL	1.90	15.40	83.10	31.30	20.47	10.83	0.01	80.00	60.00	1.79	108.00	
12															
	0.50 - 1.50	1.00	SC	1.87	6.30	39.17	26.40	16.96	9.44	0.02	52.00	39.00	1.56	61.00	
	1.50 - 2.50	1.00	ML - CL	1.85	8.40	52.01	19.11	14.76	4.35	0.02	67.00	50.25	1.57	79.00	
	2.50 - 3.00	0.50	ML - CL	1.85	8.40	52.01	19.11	14.76	4.35	0.01	78.00	58.50	1.80	106.00	
13															
	0.90 - 2.00	1.10	CL	1.81	11.80	74.61	36.19	18.93	17.26	0.02	46.00	34.50	1.54	54.00	
	2.00 - 3.00	1.00	CL	1.81	11.80	74.61	36.19	18.93	17.26	0.02	65.00	48.75	1.57	77.00	

Tabla 13. Corrección del N_{SPT} y correlaciones de los parámetros del subsuelo Sondeo N°8 al N°13.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Como resultados del análisis de Ingeniería Geotécnica practicado para alcanzar los puntos propuestos en este informe, se pueden citar las siguientes conclusiones:

a. En los sondeos elaborados por método manual y mecánico, se destacó que los depósitos son heterogéneos en unos estratos y variantes en otros, en cuanto a tipos de materiales y composición físico mecánica, encontrándose que el subsuelo está compuesto por suelos friccionante que clasifican, como: arenas arcillosas y en menor proporción por arenas limosas; su compacidad variable entre media y muy densa a medida que avanza en profundidad; y por suelos laminares que clasifican como: arcilla de baja plasticidad y arcilla de alta plasticidad; y en menor proporción por limo arcilloso; su consistencia es dura.

b. Durante las exploraciones de campo en la fecha de su ejecución, se detectó la presencia de aguas productos del nivel freático en uno de los sondeos (sondeo N°8), realizado a las afueras de la finca san migue l, producto posiblemente de un jagüey presente dentro de la finca cercano al lugar de estudio. No obstante, se destaca que estas condiciones pueden variar de acuerdo al régimen de lluvias y no serán causantes de riesgos para la instalación de la red de impulsión.

c. Del análisis de los resultados de la caracterización del material encontrado, obtenemos que el comportamiento del suelo del sitio resultará aceptable bajo la acción de las futuras cargas que trasmitirá las tuberías de aguas, debido al grado de compacidad y consistencia que se analizaron de los suelos tanto gruesos como finos; por tanto, es casi seguro que no se presentarán problemas derivados de resistencia al corte y asentamientos significativos, siempre y cuando se tomen las precauciones y se sigan las recomendaciones para cada tipo de suelos.

d. Desde el punto de vista constructivo, no se anticipan complicaciones mayores considerándose suficiente utilizar procedimientos convencionales, en particular si el proyecto se ejecuta durante la estación seca y el proceso de excavación se ejecuta en el menor tiempo posible.

e. Como resultado de la ejecución de esta obra, se deben estudiar las variantes que puedan presentarse en cuanto a condiciones ambientales, dado lo anterior siempre se le pide al constructor tener en cuenta las recomendaciones expuestas en este informe.

5.2. Recomendaciones geotécnicas

Teniendo como criterio el uso de una cimentación que permita un comportamiento favorable para la red de impulsión y de acuerdo a las conclusiones expuestas anteriormente, incluyendo el aspecto económico y la seguridad de la estructura; se propone el uso de una fundación superficial, empleando los perfiles estratigráficos encontrados en el área explorada.

También, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- Características de esfuerzo y deformación del terreno, las cuales fueron estimadas con base en los resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT).
- Ausencia de aguas libres subterráneas.
- Topografía del terreno

Las memorias de cálculo de dicho análisis se presentan en el **Anexo N° 4**, del presente informe; a continuación, se resumen las recomendaciones del sistema de cimentación, para las estructuras complementarias de la Red de Impulsión.

5.2.1. Tipo y nivel de cimentación.

Al analizar el comportamiento del terreno explorado, las características del proyecto y el planteamiento estructural para las obras complementarias, siendo suelos granulares de compacidades entre media y muy densa y, suelos cohesivos, desde el primer metro explorado; nuestra firma propone cimentarlas, sobre una fundación superficial por apoyo directo, tipo losa maciza en concreto reforzado que será desplantada a una profundidad igual al espesor de la losa y a la profundidad definida en el diseño; las dimensiones dependerán del criterio y de los cálculos llevados a cabo por el Ingeniero Estructural.

5.2.1.1. Capacidad de carga admisible.

A la profundidad en la que se apoyará la losa, se ha estimado una carga última, la cual es reducida por un factor de seguridad mínimo de 3.0 (Tabla H.4.7-1. NSR-10), resultando una capacidad admisible del orden de **(Qadm = 17.00 Ton/m^2 a 25.0 Ton/m^2),** para un ancho de cimentación B = 1.0 m.

En la determinación de la capacidad de carga admisible, Q_{adm}, se utilizaron las metodologías de estimación de capacidad de carga última por resistencia al corte empleando los métodos de cálculos de Terzaghi (1955), Meyerhof (1963), Hansen (1970) y Vesic (1975), seleccionando la fórmula que produjera el menor resultado.

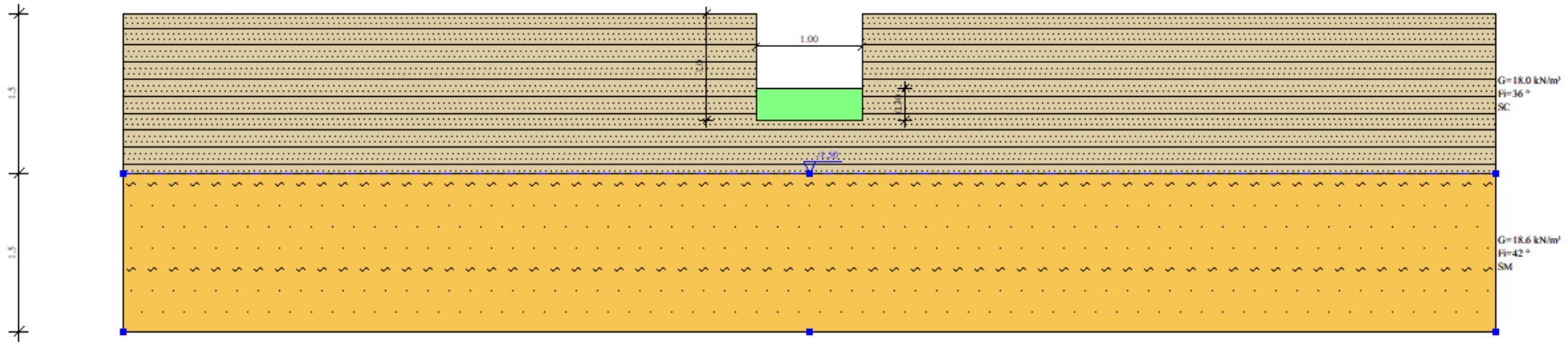


Figura 20. Esquema del perfil de suelo y cimentación (Loadcap – GeoStru).

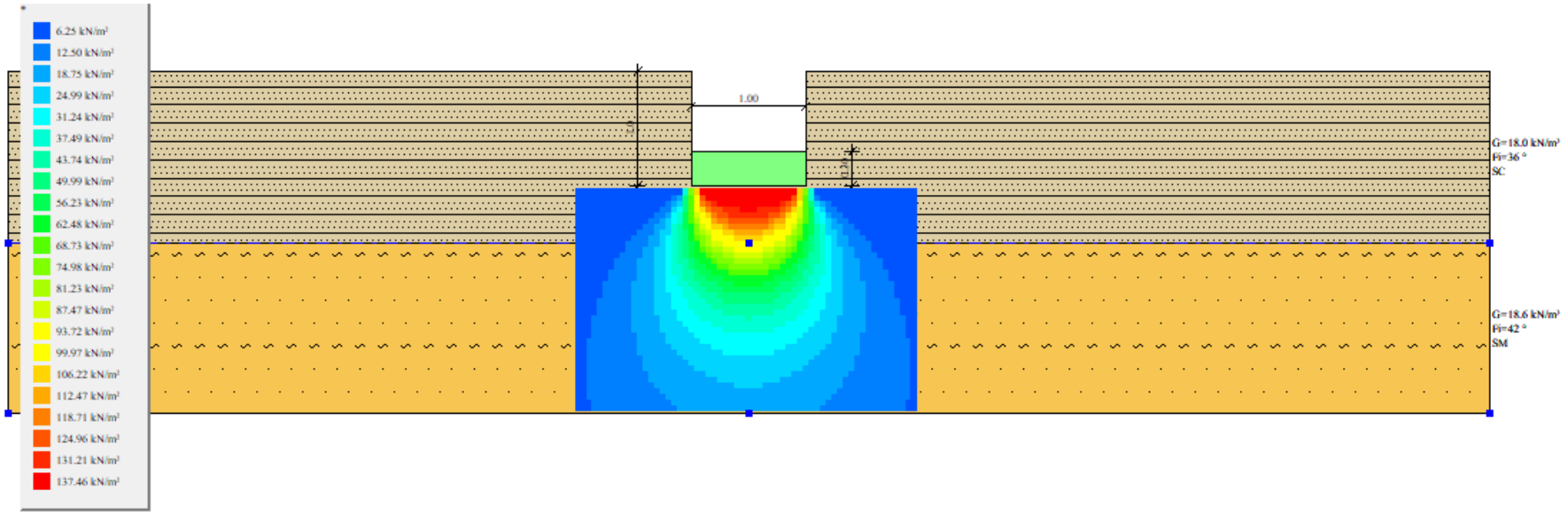


Figura 21. Ilustración de los bulbos de tensiones, (Loadcap – GeoStru).

5.2.1.2. Asentamientos.

Para los diferentes componentes se ha estimado un asentamiento total, cuya magnitud es del orden de los 0.38 cm, inferiores al límite tolerable por la estructura, el cual se establece en 5.0 cm. Los asentamientos diferenciales serán despreciables, tal como se muestra en la Figura 22. Por la existencia de suelos friccionantes, los asentamientos en su gran mayoría serán seudo-elásticos, cuasi-inmediatos y se presentarán durante el proceso constructivo.

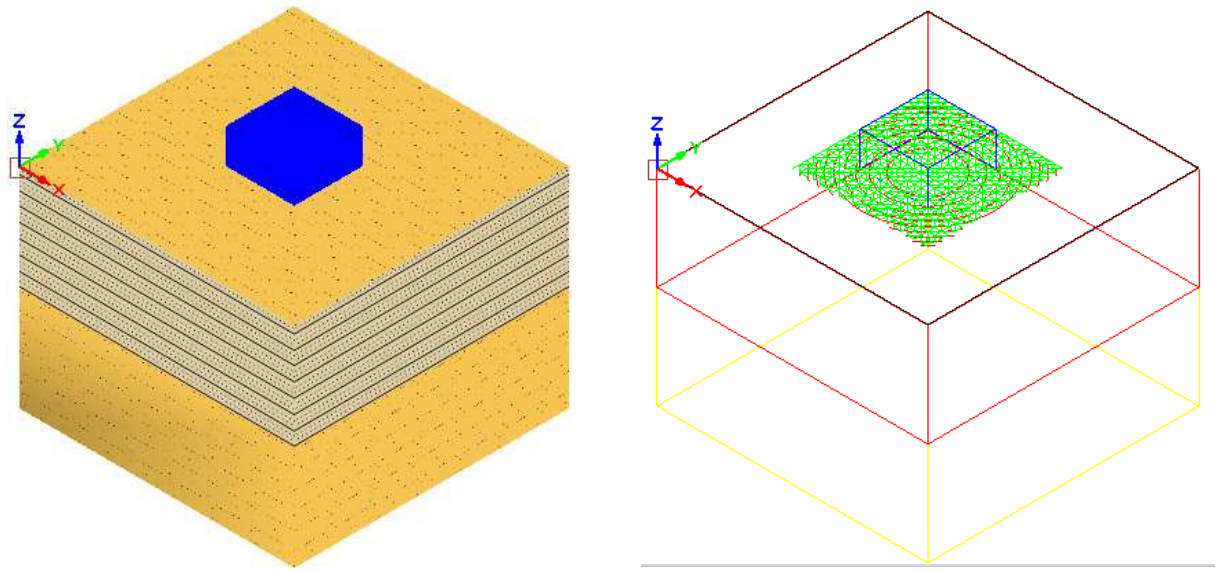


Figura 22. Esquema de asentamientos diferenciales (Loadcap – GeoStru).

Las estimaciones de los asentamientos fueron realizados mediante expresiones de la teoría de consolidación con el método edómetrico, el cual permite valorar un asiento de consolidación de tipo unidimensional, producto de las tensiones inducidas por una carga aplicada en condiciones de expansión lateral impedida, en un proceso lento estimado para un tiempo de consolidación de 1 años.

Con base en los resultados obtenidos en los análisis de asentamientos y considerando la presión de contacto transmitida al sistema de cimentación, se ha calculado el coeficiente de reacción vertical (Kv) requerido para la ejecución de los análisis y diseños estructurales del proyecto, obteniendo como resultado un valor cercano a 1.0 kg/cm^3.

5.2.2. Excavación e instalación de la línea de impulsión

Como primer paso para que no exista problemas al instalar la tubería, se debe lograr un soporte estable y permanente de la misma; los materiales de relleno deben ser estables y compactados en la zanja y no se puede tener filtraciones de aguas.

El primer material que se debe colocar en la zanja, es un material granular filtrante en capas de 10 cm, el cual apisonarse adecuadamente con el fin de obtener un apoyo uniforme y homogéneo para recibir la tubería. El material granular, debe compactarse con equipo vibro-compactador mecánico o neumático de placa, de dimensión máxima de 35 cm, o con pisones manuales. Se debe buscar obtener una densidad relativa mínima del 70% y requiere que este libre de elementos objetables a juicio del interventor y que se ajuste a los siguientes límites de gradación, determinados de acuerdo con la norma NTC 77.

Material granular

Diámetro de la Tubería	Tamiz	% que Pasa
Mayor de 762 mm	¼	95-100
Menor e igual a 762 mm	½	95-100
Todos	No.4	20

Tabla 14. Gradación del material granular

Las tuberías deben ser atracadas en la mitad de su diámetro y luego colocar la capa de recebo hasta una altura de 10 cm sobre la clave de la tubería.

Es importante que al clasificar el material de recebo, éste se encuentre libre de elementos objetables a juicio del interventor; ya que es un material formado por una mezcla de materiales granulares, arcillas y limos, y cuya granulometría se ajuste a los siguientes valores, determinados de acuerdo con la Norma NTC 77. Este material debe cumplir con los requisitos de dureza y sanidad, indicados en este Reglamento (RAS 2000).

Recebo arenoso

Diámetro de la Tubería	Tamiz	% que Pasa
Todos	No. 4	100
Todos	No. 40	50
Todos	No. 200	5

Tabla 15. Gradación del material de recebo arenoso

Luego se procede con la colocación del material de relleno tipo base o subbase, en capas de máximo 15 cm. El relleno debe efectuarse lo más rápidamente después de la instalación de la tubería, para evitar que caigan objetos extraños o material de los taludes en la zanja. Mediante apisonamiento manual debe proporcionarse un relleno inicial de 15 a 30 cm sobre la tubería. Por encima de esta capa la compactación es preferiblemente ejecutada con equipos, y se debe buscar una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo Proctor Modificado.

Todos los materiales granulares procedentes de formaciones rocosas de los lechos de los ríos deben cumplir además con las siguientes especificaciones de dureza y sanidad: el material sometido a cinco ciclos del ensayo de solidez por sulfato de sodio, realizado de acuerdo con la norma NTC 126, no debe perder más del 12% de su peso y el desgaste del material no debe ser superior al 50% cuando se somete al ensayo de la máquina de los Ángeles ejecutado de acuerdo con las normas NTC 93 y 98.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
	50.0 2"	37.5 1 ½"	25.0 1"	20.0 3/4"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA									
SBG-50	100	70-95	60-90	-	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	-	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
SBG-20	-	-	-	100	60-87	50-80	35-65	24-49	8-30	2-15
BG-38	-	100	70-100	-	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	-	100	-	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %					6 %			3 %

Tabla 16. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

A continuación, se muestra el esquema de cada uno de los rellenos que comprende la zanja de la tubería de red de impulsión.

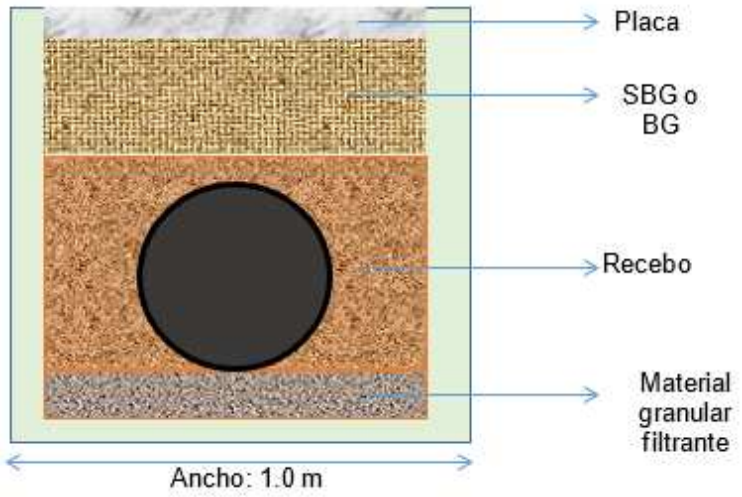


Figura 23. Esquema de profundidad y relleno de la zanja

6. RECOMENDACIONES GENERALES

En esta sección se registran recomendaciones constructivas para las obras geotécnicas, con el fin de garantizar la calidad y la seguridad de la estructura, durante y después de su ejecución.

Este aparte no pretende ser un compendio de todos los procesos constructivos que se generarán en sitio, sino una guía para la buena ejecución de este tipo de obras. Estas recomendaciones son susceptibles de ser ajustadas en campo, no obstante, tienen carácter imperativo cuando así se indica.

6.1. Excavaciones

Dado que las excavaciones para la red de impulsión serán a una profundidad mínima de 0.80 m, las cuales se clasifican como poco profunda; pero donde haya empalme con la tubería existente la profundidad estará limitada por la profundidad de ésta; en ambos casos, el proceso de excavación puede hacerse sin sostener el material circunvecino, si existe el espacio adecuado para construir taludes que puedan soportar el material. La inclinación de los taludes es función del tipo y carácter del suelo; de las condiciones climáticas; de la profundidad de excavación, que para este caso será cercanas a 1.0 metro y por último del tiempo que la zanja permanezca abierta. Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda que la excavación se realice con los taludes tan verticales como el terreno natural lo permita y requerirán de ademe. (Entibamiento y apuntalamiento).

El método y equipo a ser utilizado dependen del tipo de material a excavar y condiciones de acceso al lugar de trabajo. Durante la etapa de excavación como construcción de la cimentación, es necesario prever el bombeo permanente de agua debido a la presencia de aguas subterráneas.

En algunas zonas se evidenció la presencia de materiales como arenas limosas, para lo cual recomendamos tener a la mano la inclusión de elementos de contención tipo tablestacas o similar, ya que durante el proceso de excavación se podrían presentar derrumbes.

Una vez culminado el proceso de excavación y garantizando la estabilidad de las zonas laterales, se procederá a realizar la inclusión de la tubería de impulsión, la cual se podrá colocar directamente sobre el suelo de subrasante, el contratista deberá garantizar la correcta instalación de la misma cumpliendo con los protocolos establecidos para este tipo de instalaciones; posteriormente se procederá a realizar el llenado de la zanja de acuerdo a las especificaciones dadas en el inciso **5.2.2.** del presente informe

Los últimos 0.30 metros de relleno se deberán realizar en material de sub - base, de acuerdo a lo establecido en el numeral 5.2.2; este material deberá ser compactado en capas no superiores a 0.15 m hasta alcanzar una densidad mínima del 95% del proctor modificado. Una vez culminada la fase de colocación de material de relleno, se dispondrá la zona para la colocación de placa de concreto.

Durante el proceso de colocación de las tuberías de impulsión se deberá garantizar que en las zonas donde se encuentran suelos tipo arcilloso, las excavaciones no tengan contacto con el agua, ya que podrían a futuro cambiar las propiedades mecánicas y afectar por expansión las placas de pavimento. Cabe destacar que las arcillas al estar con contacto con el agua sufren variabilidad en su volumen.

Por precaución en el proceso constructivo al iniciar la actividad de excavación, aunque no se evidencio niveles de aguas freáticas en la superficie, se recomienda hacer cárcamos a nivel más bajo que el de las zanjas que entran en él y que las aguas lleguen por gravedad y se evacuen a través de un sistema de bombeo.

Todo el proceso de construcción de las cimentaciones desde el inicio de las excavaciones hasta su sellado deberá programarse de forma que transcurra el menor tiempo posible, para evitar exponer por tiempo prolongado el suelo de fundación a los efectos adversos de la intemperie, efectos por ciclos de humedecimiento - secado, que pueden conllevar variaciones en las propiedades mecánicas e hidráulicas de los materiales de apoyo, en especial si la obra se realiza en épocas lluviosas.

Si durante las excavaciones en áreas cercanas a los puntos de exploración geotécnica, se detectan materiales inadecuados como sueltos, plásticos, rellenos heterogéneos u orgánicos, deberán ser retirados y remplazados por un material seleccionado, el cual será colocado hasta la elevación propuesta para el apoyo de la fundación.

6.2. Requisitos granulométricos

Las arenas en el estudio, una vez excavadas podrán emplearse como relleno de las obras complementarias, cuidando que no se encuentren contaminadas con material inadecuado como plásticos, escombros, entre otros. Este material será colocado por capas con espesores no mayores de 0,15 metros, enérgicamente compactadas para obtener densidades secas mayores o iguales al 95% de la correspondiente al proctor modificado.

En caso de que el material de las excavaciones sea insuficiente, el área excavada en toda la longitud, será rellenada con material seleccionado tipo AFIRMADO (INVE – Artículo 311-13) cumpliendo con las siguientes especificaciones: Los materiales para la colocación del material seleccionado tipo afirmado pueden ser gravas naturales o materiales provenientes de la trituración de fragmentos rocosos o una mezcla de ambos. Las partículas deberán ser duras y resistentes, de características uniformes, libres de terrones de arcilla u otras sustancias objetables.

Esta deberá ajustarse a alguna de las franjas granulométricas dadas a continuación:

Tabla 17. Franjas granulométricas del material afirmado.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

También debe cumplir con los requisitos mínimos, en cada uno de los ensayos que se especifican en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	40
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	4 - 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2
Contracción lineal	E-127 o E-129	Tabla 311 - 3
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 15

Tabla 18. Requisitos de los agregados para afirmados

Para prevenir segregaciones y garantizar la obtención de los niveles de densidad y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que suministre el constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja autorizada, sin saltos bruscos en la parte superior de un tamiz a la inferior del adyacente o viceversa. El tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

- La sub-base está conformada por un material granular seleccionado, que cumplan con la especificación indicada en la Norma INVIAS, Artículo 320-13. Los agregados deberán ajustarse a alguna de las franjas granulométricas que se indican a continuación:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	SBG-1	SBG-2
50.0 mm	2"	100	
37.5 mm	1 ½ "	70-95	100
25.0 mm	1"	60-90	75-95
12.5 mm	½"	45-75	55-85
9.5 mm	3/8"	40-70	45-75
4.75 mm	No.4	25-55	30-60
2.0 mm	No.10	15-40	20-45
425 µm	No.40	6-25	8-30
75 µm	No.200	2-15	2-15

Tabla 19. Franjas granulométricas material subbase granular.

Dentro de la franja granulométrica elegida, se deberán tener en cuenta las tolerancias que se indican:

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8") y mayores	± 7 %
% pasa tamices de 4.75 mm (Nº 4) a 425µm (Nº 40)	± 6 %
% pasa tamiz 75 µm (No. 200)	± 3 %

Tabla 20. Tolerancias para el peso de los agregados

6.3. Rellenos

Los materiales serán colocados por subcapas con espesores no mayores a 0.15 m, humedecidos y compactados hasta obtener densidades secas mayores o iguales al 95% de lo correspondiente al próctor modificado, (Norma ASTM D 1557).

Tanto el material tipo RECEBO como la SUBBASE GRANULAR, que se emplearan para rellenar las excavaciones de la red de impulsión de agua, se recomienda no descargarlos, hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y el terreno este nivelado de acuerdo a las cotas indicadas.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material. El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada corrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador, logrando así liberar los vacíos generados en el proceso de excavación; a continuación se colocará un concreto simple de 5.0 cm de espesor con resistencia a la compresión de 14 MPa a los 28 días y partir de esto continuar con las demás actividades que apliquen para el correcto funcionamiento de la red de impulsión.

6.4. Otras recomendaciones

Para el proceso constructivo de la cimentación en la estructura, por precaución se deberá contar con un sistema de bombeo superficial, para controlar el flujo de agua en el subsuelo del predio, de tal manera que desaloje el agua de los cárcamos hacia zonas donde se recolecta las aguas de escurrimiento, sobre todo si las actividades se ejecutan en tiempos de invierno.

Adicional a este requerimiento, por ser excavaciones temporales, con profundidades y dimensiones mínimas; además que no se detectó aguas libres subterráneas en el área de exploración, no es necesario contar con equipos de instrumentación en el desarrollo de dichas fases.

En ningún caso se puede reutilizar el material de excavación ni mucho menos el suelo contaminado que existe en el área a intervenir, dado que no aporta ningún tipo de resistencia para apoyar la red, ni cualquier estructura adicional. Es importante que ese material se retire del área y sea reemplazado por un material con mejores características y propiedades geotécnicas, tal como se indica en el inciso 6.2., del presente informe.

Los materiales sobrantes de las excavaciones deberán disponerse en los sitios aprobados por la Interventoría y la autoridad ambiental y sanitaria competente y se deberá cumplir con la normatividad ambiental actual que rige en nuestro país, preservando el ecosistema presente en el entorno.

Es importante que el Ingeniero Calculista, tenga en cuenta para la cota de cimentación la capacidad admisible del terreno; el análisis de asentamientos; el uso adecuado del sistema de cimentación; el perfil estratigráfico del presente estudio; las recomendaciones de mejoramiento del suelo si aplica y por último las especificaciones contempladas en la NSR-10.

7. LIMITACIONES.

Las recomendaciones propuestas en el presente informe, se lograron establecer a partir de los perfiles estratigráficos obtenidos de la secuencia de muestras recuperadas en el sub-suelo producto del trabajo de campo y se complementaron con los resultados de los ensayos de laboratorio.

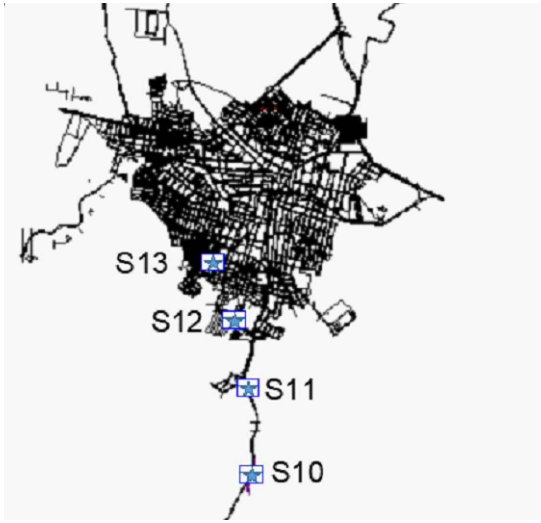
En relación a las muestras extraídas por el método de exploración de campo; éstas se tomaron a partir de profundidades idénticas de acuerdo a la práctica común de la Ingeniería de Suelos y los requerimientos de la Norma que rige el diseño y construcción de las estructuras en el país (NSR-10); por la distancia entre un punto de perforación y otro, es posible que se presenten condiciones del sub-suelo no reveladas en la investigación efectuada; sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos ejecutados es adecuado para definir las condiciones del sub-suelo en el área del proyecto y emitir las recomendaciones geotécnicas a las que haya lugar.

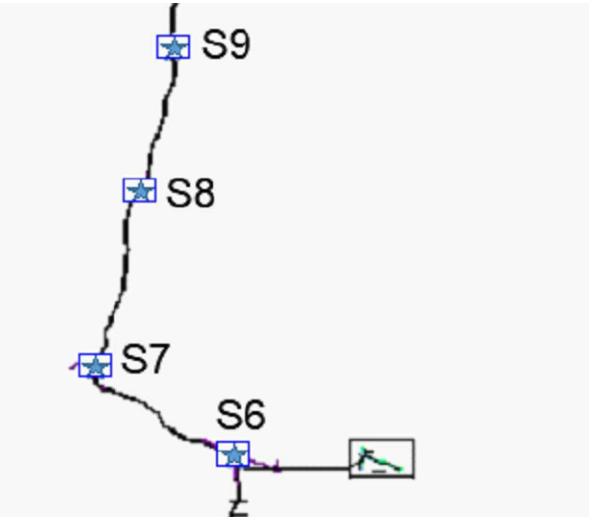
Se solicita a nuestros Clientes, que si en el periodo de diseño se realizan cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias en las condiciones del sub-suelo establecida como típicas en este informe, se nos comunique inmediatamente y de manera revisar las recomendaciones expuestas y emitir nuestro concepto. Así mismo, debido a la falta de información en cuanto a la implantación del proyecto y niveles de diseño, el Cliente nos deberá informar y suministrar los planos del proyecto para que nuestra firma dé el Visto Bueno. Si existe alguna información adicional y/o cambios arquitectónicos en el proyecto, que no fueron suministrados en la fecha de realización del presente estudio, será necesario informar a la Empresa Construsuelos S.A.S., para realizar los respectivos ajustes al informe final o emitir un informe de ADENDA.

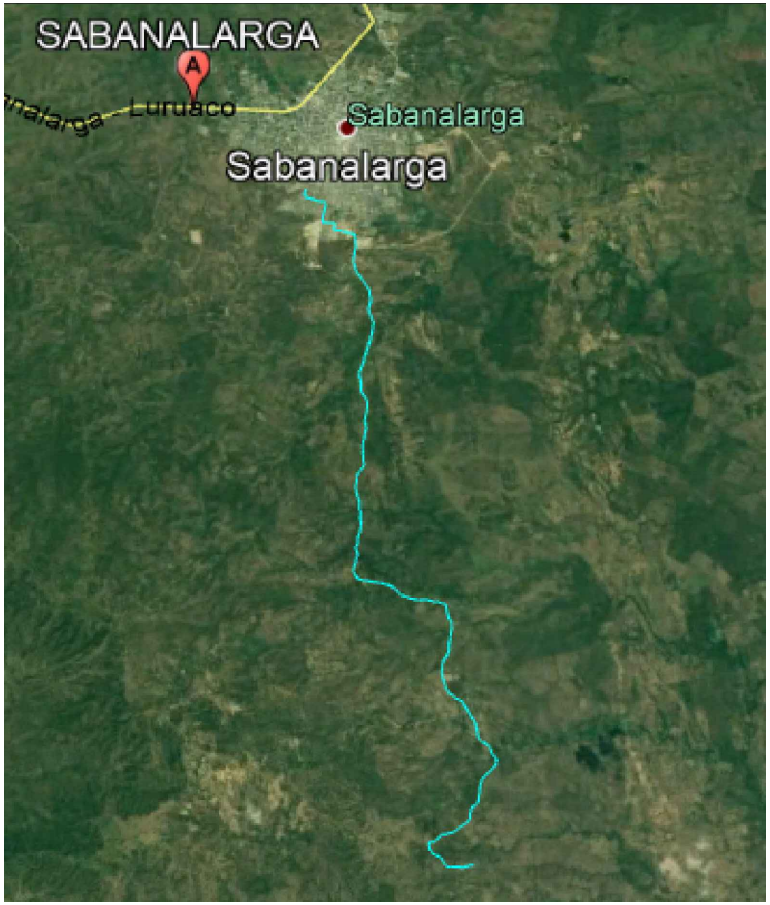
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

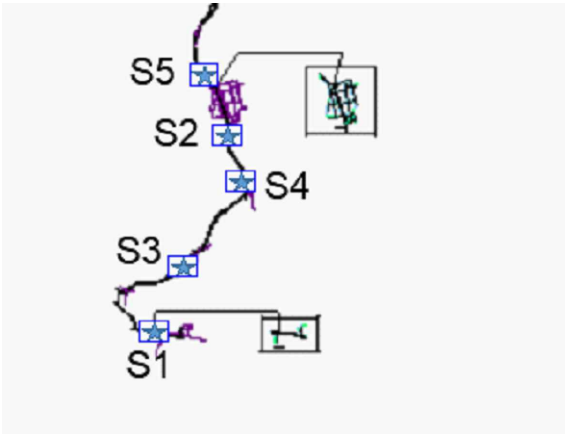
- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS), 1998, Normas de ensayo de materiales para Suelos, Bogotá.
- AASHTO, ASTM, 1994, Book of Standards. V 4.08 y 4.09, Philadelphia.
- Braja M. Das. (2008). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, CENGAGE Learning, México.
- Ralph B. Peck (1987). Ingeniería de Cimentaciones. Editorial Limusa, México.
- Bowles, J. E. Manual de Laboratorio de Suelos en la Ingeniería Civil. Mc. Graw-Hill Latinoamericana.
- Promedios Climatológicos 1971–2000 (en spanish). Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Archivado desde el original el 15 de agosto de 2016. Consultado el 15 de agosto de 2016.

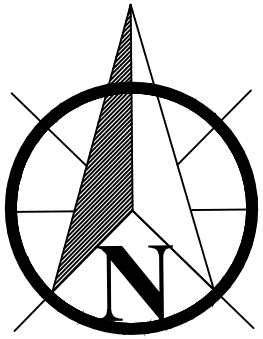
ANEXO N°1
UBICACIÓN DE SONDEOS











PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR	CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P				CONSTRUSUELOS CONSULTORÍA INTERVENTORÍA CONSTRUCCIÓN
LOCALIZACIÓN: Patilla, Gallego, Mirador y Sabanalarga, Atlántico.	DISEÑADO POR: Daniela J. Alvarez Rojas				
COORDENADA: 10.5349190° N ; -74.9229140° O	FECHA: 06/2019	ESCALA: N/A	UNIDAD:METRO	PLANO 1/1	

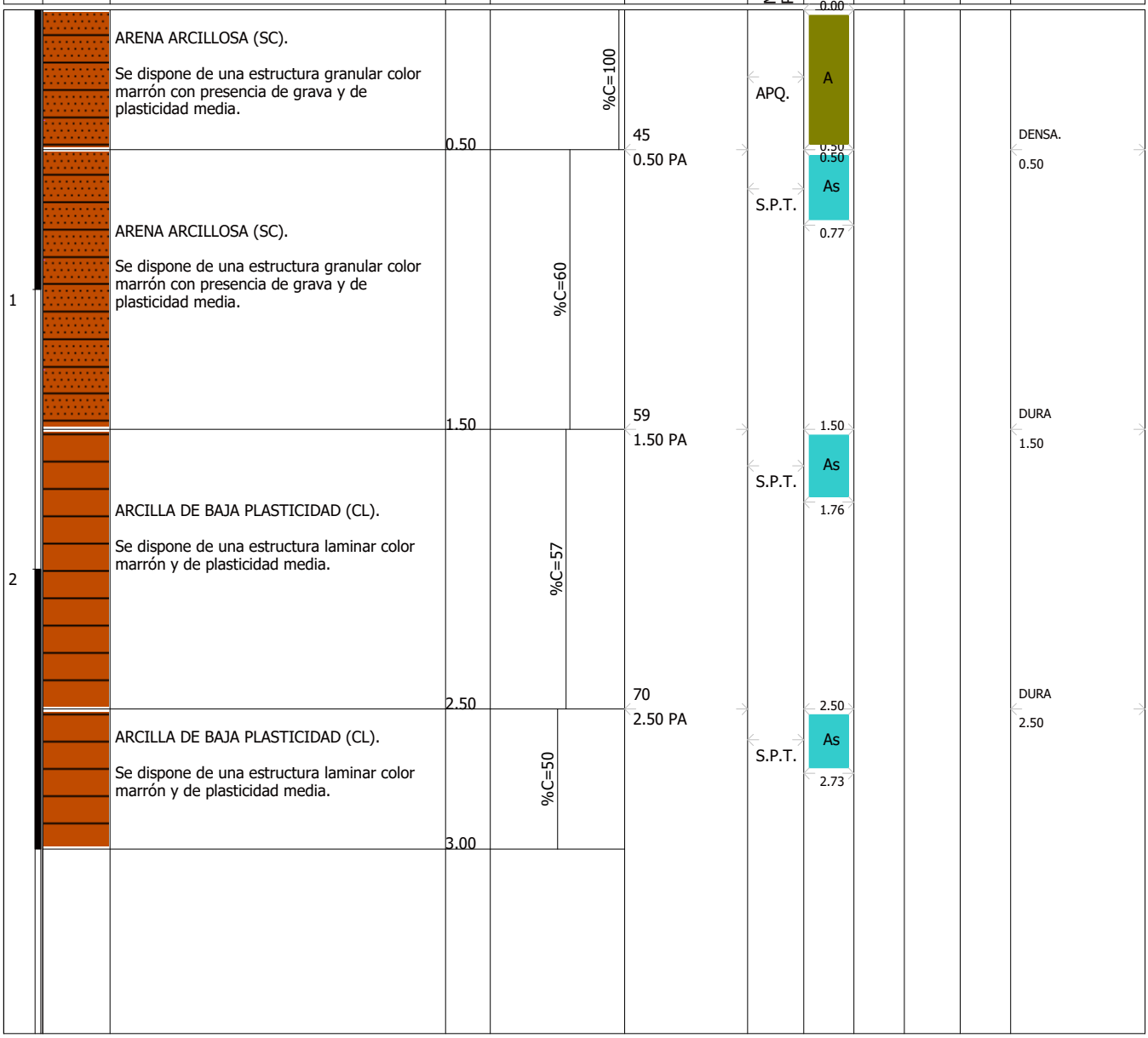
ANEXO N°2
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S1	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA - GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.9229140° O , 10.5349190° N	111.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	26/07/2019	26/07/2019	Terreno plano. (Vía destapada)	Manual.	



Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 26/07/2019 Hora: 9:00 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 26/07/2019 Hora: 11:30 AM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S2	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.919381° O , 10.549057° N	89.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	26/07/2019	26/07/2019	Terreno plano (Depresión arroyo)	Manual.	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color gris con vetas marrón y de plasticidad alta.	0.00	%C=100	44 0.50 PA	APQ.	A 0.00 – 0.50				DURA 0.50
1		ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH). Se dispone de una estructura laminar color gris con vetas marrones y de plasticidad alta.	0.50	%C=70		S.P.T.	As 0.50 – 0.82				
			1.50		40 1.50 PA	S.P.T.	As 1.50 – 1.79				DURA 1.50
2		ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH). Se dispone de una estructura laminar color gris con vetas marrones y de plasticidad alta.	2.50	%C=65	42 2.50 PA	S.P.T.	As 2.50 – 2.84				DURA 2.50
		ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH). Se dispone de una estructura laminar color gris con vetas marrones y de plasticidad alta.	3.00	%C=75							

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 26/07/2019 Hora: 1:30 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 26/07/2019 Hora: 3:30 pM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S3	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.922415° O , 10.540193° N	111.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	26/07/2019	26/07/2019	Terreno plano. (Vía destapada)	Manual.	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
1		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.	0.00	%C=100	55	APQ.	A 0.00–0.50				MUY DENSA
			0.50		0.50 PA						0.50
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.		%C=80		S.P.T.	As 0.50–0.86				
			1.50		64		1.50				MUY DENSA
2		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.		%C=75	1.50 PA	S.P.T.	As 1.84				1.50
			2.50		74/RECHAZO		2.50				MUY DENSA
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.		%C=55	2.50 PA	S.P.T.	As 2.75				2.50
			3.00								

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 26/07/2019 Hora: 4:00 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 26/07/2019 Hora: 6:00 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S4	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.918062° O , 10.545606° N	88.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	27/07/2019	27/07/2019	Terreno plano. (Bifurcación vial destapada)	Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO Se dispone de una matriz de arcilla con presencia de grava y contaminada por raices vegetales	0.30	%C=100		APQ.	0.00 A 0.50				
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) Se dispone de una estructura laminar color marrón oscuro y de plasticidad media.	0.50	%C=100	40 0.50 PA						DURA 0.50
1		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) Se dispone de una estructura laminar color marrón oscuro y de plasticidad baja.	1.50	%C=100	67 1.50 PA	S.P.T.	0.50 As 0.95				DURA 1.50
2		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) Se dispone de una estructura laminar color marrón oscuro y de plasticidad baja.	2.50	%C=72	82/RECHAZO 2.50 PA	S.P.T.	1.50 As 1.82				DURA 2.50
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) Se dispone de una estructura laminar color marrón oscuro y de plasticidad baja.	3.00	%C=65		S.P.T.	2.50 As 2.79				

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 27/07/2019 Hora: 8:30 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 27/07/2019 Hora: 11:00 AM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S5	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.920510° O , 10.554022° N	102.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	27/07/2019	27/07/2019	Terreno plano. (Vía destapada)	Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO (Se dispone de una Arena limosa con presencia de Canto rodado)	0.10	%C=100			0.00				
		ARENA LIMOSA (SM) Se dispone de una estructura granular color marrón con presencia de grava y de plasticidad nula.	1.00	%C=100	28	APQ.	A				MEDIA
1		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad media.	2.00	%C=100	1.00 PA	S.P.T.	1.00 As 1.45				1.00
2		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad media.	3.00	%C=75	39 2.00 PA	S.P.T.	2.00 As 2.34				DENSA 2.00

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 27/07/2019 Hora: 11:30 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 27/07/2019 Hora: 2:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS S.A.S. GEOTECHNICAL SOLUTION

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S6	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.919979° O , 10.566164° N	Elevación: 101.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 27/07/2019	Fecha final: 27/07/2019	Detalles del sitio: Terreno semi plano (al lado de vía pavimentada)	Tipo de martillo: Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO (Se dispone de una arena arcillosa, con presencia de basura, hojas y canto rodado	0.10	%C=100			0.00				
		ARENA ARCILLOSA (SC) Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad media.	0.50	%C=100	50	APQ.	A 0.50				MUY DENSA.
1		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón con presencia de grava y de plasticidad nula.	1.50	%C=50	0.50 PA 66	S.P.T.	As 0.50 - 0.73				0.50 MUY DENSA
2		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón con presencia de grava y de plasticidad nula.	2.50	%C=42	1.50 PA 78/RECHAZO	S.P.T.	As 1.50 - 1.69				1.50 MUY DENSA.
		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón con presencia de grava y de plasticidad nula.	3.00	%C=40	2.50 PA	S.P.T.	As 2.50 - 2.68				2.50

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 27/07/2019 Hora: 3:00 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 27/07/2019 Hora: 5:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S7	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.930669° O , 10.572617° N	Elevación: 120.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 28/07/2019	Fecha final: 28/07/2019	Detalles del sitio: Terreno semi plano (vía destapada	Tipo de martillo: Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
1		RELLENO Se dispone de una matriz de arena arcillosa con presencia de raices vegetales y canto rodado	0.00 0.50	%C=100	55 0.50 PA	APQ.	A 0.50				MUY DENSA. 0.50
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad media.	1.50	%C=90	52 1.50 PA	S.P.T.	As 0.91 1.50				MUY DENSA 1.50
2		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad nula.	2.50	%C=45	80/RECHAZO 2.50 PA	S.P.T.	As 1.70 2.50				MUY DENSA. 2.50
		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad nula.	3.00	%C=60		S.P.T.	As 2.77				

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 28/07/2019 Hora: 8:30 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 28/07/2019 Hora: 10:30 AM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S8	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.926826° O , 11.585666° N	Elevación: 121.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 28/07/2019	Fecha final: 28/07/2019	Detalles del sitio: Terreno plano (entrada hacienda san miguel)	Tipo de martillo: Manual.	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
1		RELLENO Se dispone de una matriz de arena arcillosa humeda, con presencia de raices vegetales.	1.00	%C=100	29 1.00 PA	APQ.	A 0.00–1.00				MEDIA 1.00
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.	2.00	%C=90	47 2.00 PA	S.P.T.	As 1.00–1.41			1.50	DENSA. 2.00
2		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón claro y de plasticidad baja.	3.00	%C=80		S.P.T.	As 2.00–2.36				

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: -1.50 m Fecha: 28/07/2019 Hora: 11:00 AM
Nivel de agua final:-1.50 m Fecha: 28/07/2019 Hora: 2:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S9	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.924963° O , 10.597561° N	Elevación: 106.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 28/07/2019	Fecha final: 28/07/2019	Detalles del sitio: Terreno plano (Al lado de vía destapada)	Tipo de martillo: Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
1		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.	0.00 0.50	%C=100	32 0.50 PA	APQ.	0.00 A 0.50				DENSA. 0.50
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.	1.50	%C=75	38 1.50 PA	S.P.T.	0.50 As 0.84 1.50 As 1.73				DENSA. 1.50
2		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón claro y de plasticidad nula.	2.50	%C=50	45 2.50 PA	S.P.T.	2.50 As 2.70				DENSA 2.50
		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón claro y de plasticidad nula.	3.00	%C=45							

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 28/07/2019 Hora: 3:00 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 28/07/2019 Hora: 5:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S10	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.922340° O , 10.603267° N	Elevación: 96.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 29/07/2019	Fecha final: 29/07/2019	Detalles del sitio: Terreno plano. (Bifurcacion vial destapada)	Tipo de martillo: Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO Se dispone de una matriz de arena limosa con presencia de raices vegetales y grava	0.30	%C=100			0.00				
		ARENA LIMOSA BIEN GRADADA (SW - SM). Se dispone de una estructura granular color marrón oscuro con presencia de grava y de plasticidad nula.	1.00	%C=100	49	APQ.	A 1.00				DENSA.
1		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón claro con presencia de grava y de plasticidad nula.	2.00	%C=65	1.00 PA 78/RECHAZO.	S.P.T.	As 1.29				1.00
2		ARENA LIMOSA (SM). Se dispone de una estructura granular color marrón claro con presencia de grava y de plasticidad nula.	3.00	%C=55	2.00 PA	S.P.T.	2.00 As 2.25				MUY DENSA 2.00

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 29/07/2019 Hora: 8:00 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 29/07/2019 Hora: 10:00 AM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente: TRIPLE A S.A.E.S.P.	N° de perforación: S11	Equipo de perforación: SPT.	Método de perforación: Percusión.	Caída: 30" (0.76 m)	Hoja: 1 de 1
Proyecto: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	Profundidad: 3.00 m	Coordenadas X, Y: -74.922858° O , 10.613552° N	Elevación: 101.0 msnm	Peso del martillo: 140.0 lbf	
Localización: SABANALARGA - ATLÁNTICO.	Fecha de inicio: 29/07/2019	Fecha final: 29/07/2019	Detalles del sitio: Terreno plano (bifercación de vias pavimentadas)	Tipo de martillo: Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO Se dispone de una matriz de arena arcillosa con presencia de grava marrón.	0.20	%C=100			0.00 A				
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro con presencia de arena y de plasticidad media.	0.50	%C=100	61 0.50 PA	APQ. S.P.T.	0.50 As 0.75				DURA 0.50
1		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro y de plasticidad media.	1.50	%C=55	69 1.50 PA	S.P.T.	1.50 As 1.68				DURA 1.50
2		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro y de plasticidad media.	2.50	%C=40	80/RECHAZO. 2.50 PA	S.P.T.	2.50 As 2.66				DURA 2.50
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro y de plasticidad media.	3.00	%C=35							

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 29/07/2019 Hora: 10:30 AM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 29/07/2019 Hora: 12:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S12	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.925781° O , 11.620194° N	102.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	29/07/2019	29/07/2019	Terreno semi plano (arena arcillosa con maleza de monte,vía destapada)	Manual.	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja.	0.50	%C=100	52 0.50 PA	APQ.	0.00 A 0.50				MUY DENSA 0.50
1		ARENA ARCILLOSA (SC). Se dispone de una estructura granular color marrón y de plasticidad baja	1.50	%C=90	67 1.50 PA	S.P.T.	As 0.91 1.50				DURA 1.50
2		LIMO ARCILLOSO (ML - CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón y de plasticidad muy baja.	2.50	%C=75	78/RECHAZO. 2.50 PA	S.P.T.	As 1.84 2.50				DURA 2.50
		LIMO ARCILLOSO (ML - CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón y de plasticidad muy baja.	3.00	%C=50		S.P.T.	As 2.73				

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 29/07/2019 Hora: 1:30 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 29/07/2019 Hora:3:30 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

VERSIÓN 2:
FECHA: ENERO DEL 2017

Cliente:	N° de perforación:	Equipo de perforación:	Método de perforación:	Caída:	Hoja:
TRIPLE A S.A.E.S.P.	S13	SPT.	Percusión.	30" (0.76 m)	1 de 1
Proyecto:	**Profundidad:**	**Coordenadas X, Y:**	**Elevación:**	**Peso del martillo:**	
IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA , GALLEGO Y MIRADOR	3.00 m	-74.927234° O , 10.625371° N	108.0 msnm	140.0 lbf	
Localización:	**Fecha de inicio:**	**Fecha final:**	**Detalles del sitio:**	**Tipo de martillo:**	
SABANALARGA - ATLÁNTICO.	29/07/2019	29/07/2019	Terreno semi plano (tanque elevado cercano)	Manual	

Escala	Litología	Descripción	Cota	% Recuperación % R.Q.D.	S.P.T. N° (Golpes/pie)	Método Perforación	Tipo de Muestras	Tipo de camisa	Método estabilización	Nivel freático	Compacidad y/o Consistencia
		RELLENO Se dispone de una matriz de arena con presencia de grava, contaminado por maleza de monte y escombros.	0.00	%C=100	46 0.90 PA	APQ.	A 0.00 – 0.90				DURA 0.90
1		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro con presencia de arena y de plasticidad media.	0.90	%C=70		S.P.T.	As 0.90 – 1.22				
2		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL). Se dispone de una estructura laminar color marrón claro con presencia de arena y de plasticidad media.	2.00	%C=60	65 2.00 PA	S.P.T.	As 2.00 – 2.27				DURA 2.00
			3.00								

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Estabilización:RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada
Sondeo:Percusión.

Perforador: Hernando Pineda | Asistente: Lenner De la Hoz

Máquina de sondeo:Sondeo:Percusión.

Nivel de agua inicial: N/A. Fecha: 29/07/2019 Hora: 4:00 PM
Nivel de agua final: N/A Fecha: 29/07/2019 Hora:6:00 PM

Vo.Bo. Supervisor

Vo.Bo. Director Técnico

ANEXO N°3
ENSAYOS DE LABORATORIO

CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 1	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.00 m - 1.50 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: Presencia de grava.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 6.

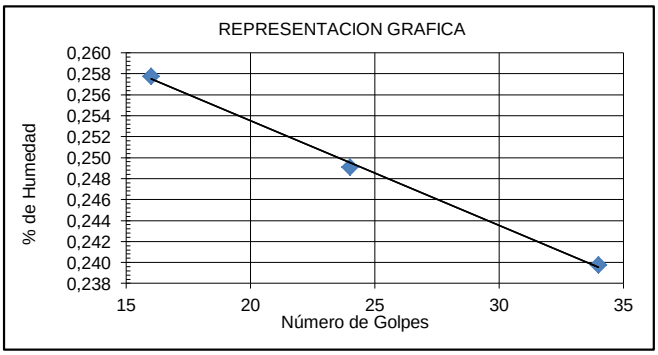
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	14,57	17,40	16,48
P2 (suelo seco + lata)	12,52	14,67	13,90
P3 (peso lata)	3,97	3,71	3,89
Peso de agua (gr)	2,1	2,7	2,6
Peso del suelo seco (gr)	8,6	11,0	10,0
Número de Golpes	34	24	16
Humedad (W)	23,98%	24,91%	25,77%
Límites	Líquido (LL)	24,85%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
12,64	12,30
11,55	11,23
3,79	3,72
1,1	1,1
7,8	7,5
14,05%	14,25%
Plástico (LP)	14,15%

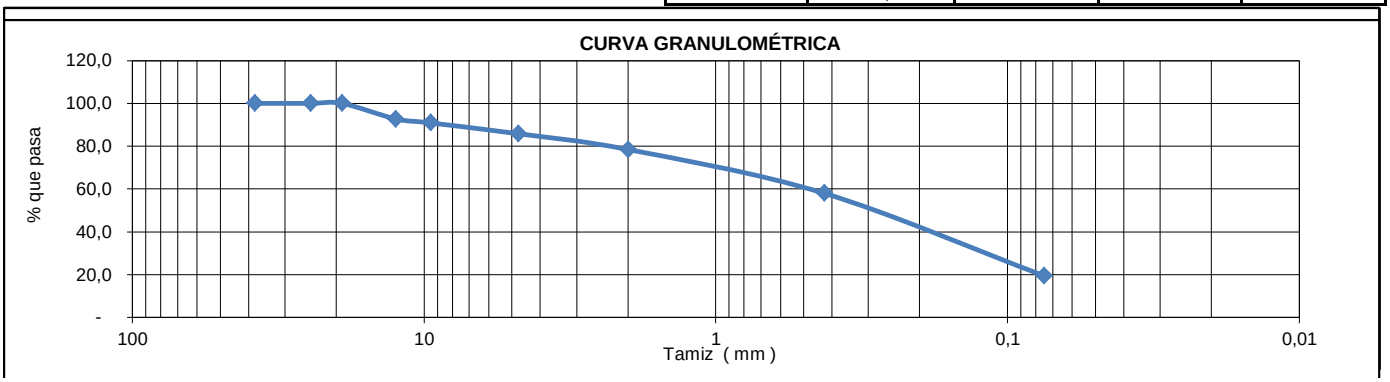
Índice de Plasticidad (IP)	10,71%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	9,50%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	650,2

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	47,40	7,29	92,71	12,50
3/8"	12,00	1,85	90,86	9,50
No 4	32,90	5,06	85,80	4,75
No 10	47,90	7,37	78,44	2,00
No 40	132,90	20,44	58,00	0,43
No 200	250,40	38,51	19,49	0,08
Fondo	126,70	19,49	0,00	
Suma Tamiz	523,50			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 1	Descripción: Arcilla de baja plasticidad.
Profundidad (m): 1.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CL.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	16,26	16,65	16,23
P2 (suelo seco + lata)	12,25	12,43	12,13
P3 (peso lata)	3,92	3,88	4,00
Peso de agua (gr)	4,0	4,2	4,1
Peso del suelo seco (gr)	8,3	8,6	8,1
Número de Golpes	34	25	18
Humedad (W)	48,14%	49,36%	50,43%
Límites	Líquido (LL)	49,40%	

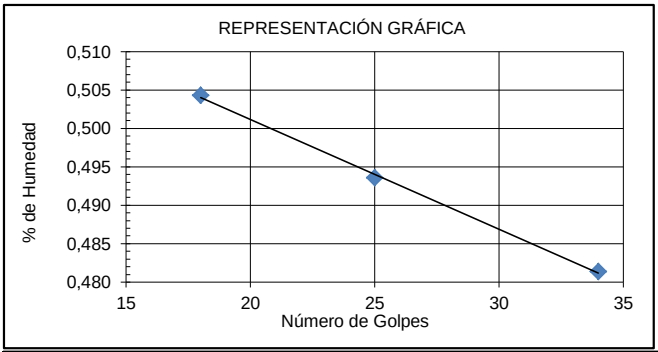
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
12,52	12,48
10,92	10,87
3,80	3,83
1,6	1,6
7,1	7,0
22,47%	22,87%
Plástico (LP)	22,67%

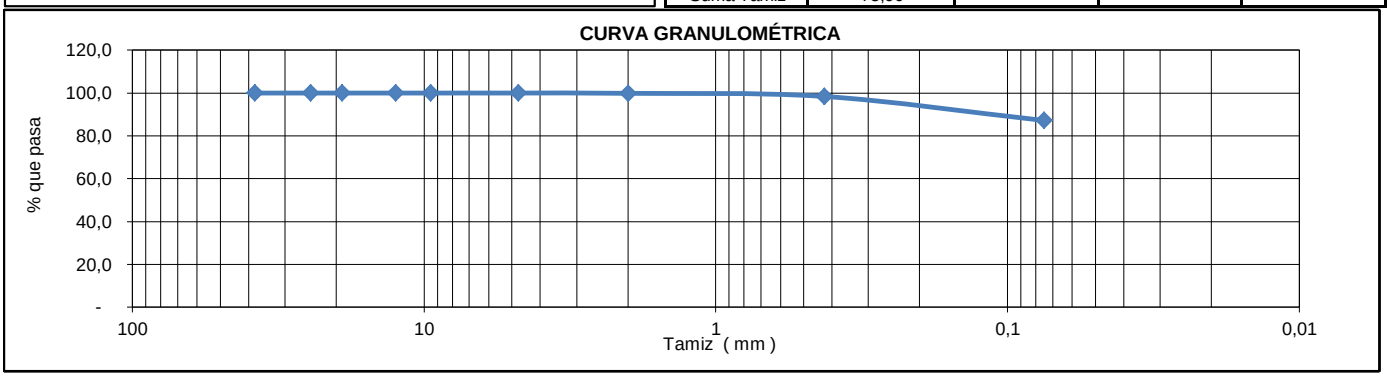
Índice de Plasticidad (IP)	26,73%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	19,10%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	592,5



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	0,80	0,14	99,86	2,00
No 40	8,60	1,45	98,41	0,43
No 200	66,50	11,22	87,19	0,08
Fondo	516,60	87,19	0,00	
Suma Tamiz	75,90			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 2
Profundidad (m): 0.00 m - 0.50 m.
Fecha: Julio de 2019.
Observaciones:N/A

Descripción: Arcilla de baja plasticidad
Color: Gris con vetas marrones
Clasificación USCS: CL.
Clasificación AASHTO: A - 7 -6

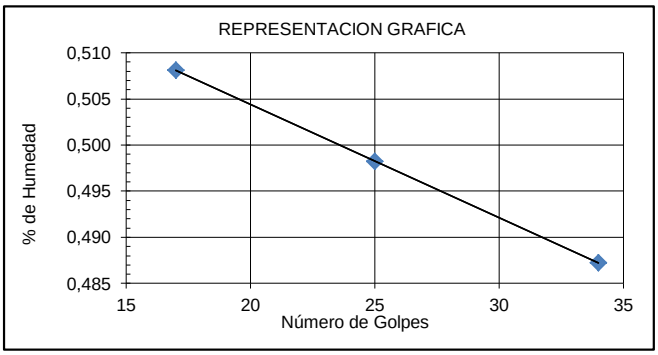
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	17,75	16,70	16,06
P2 (suelo seco + lata)	13,17	12,42	11,99
P3 (peso lata)	3,77	3,83	3,98
Peso de agua (gr)	4,6	4,3	4,1
Peso del suelo seco (gr)	9,4	8,6	8,0
Número de Golpes	34	25	17
Humedad (W)	48,72%	49,83%	50,81%
Límites	Líquido (LL)	49,83%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
11,64	12,44
10,21	10,85
3,97	3,87
1,4	1,6
6,2	7,0
22,92%	22,78%
Plástico (LP)	22,85%

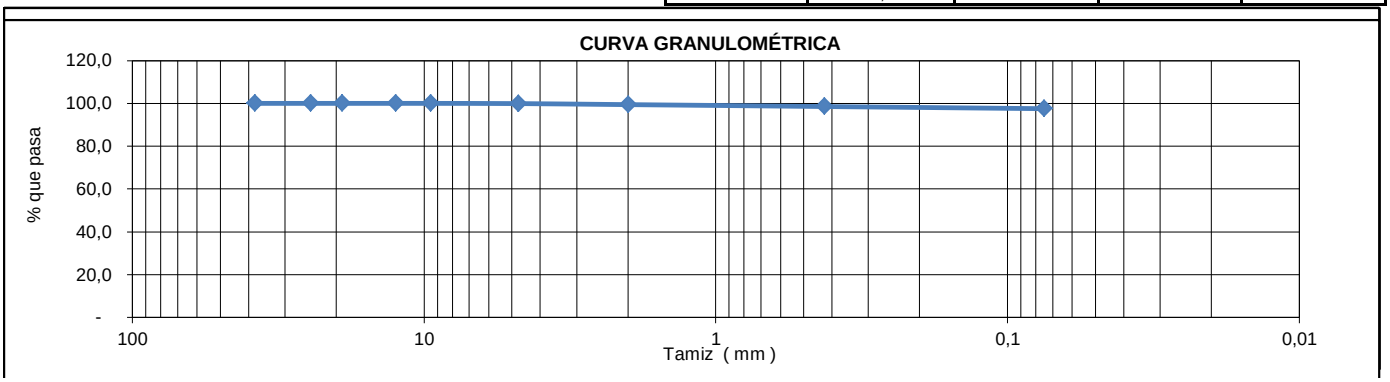
Índice de Plasticidad (IP)	26,98%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	28,20%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	512,9

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,50	0,10	99,90	4,75
No 10	2,50	0,49	99,42	2,00
No 40	4,50	0,88	98,54	0,43
No 200	5,20	1,01	97,52	0,08
Fondo	500,20	97,52	0,00	
Suma Tamiz	12,70			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 2	Descripción: Arcilla de alta plasticidad.
Profundidad (m): 0.50 m - 1.50 m.	Color: Gris con vetas marrones
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CH.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 7 - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	14,38	15,30	14,84
P2 (suelo seco + lata)	10,11	10,75	10,40
P3 (peso lata)	3,56	3,86	3,81
Peso de agua (gr)	4,3	4,6	4,4
Peso del suelo seco (gr)	6,6	6,9	6,6
Número de Golpes	34	28	18
Humedad (W)	65,19%	66,04%	67,37%
Límites	Líquido (LL)	66,43%	

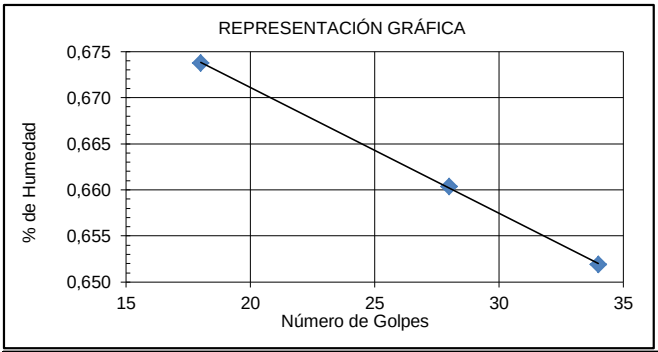
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
8,11	8,32
7,22	7,36
3,38	3,23
0,9	1,0
3,8	4,1
23,18%	23,24%
Plástico (LP)	23,21%

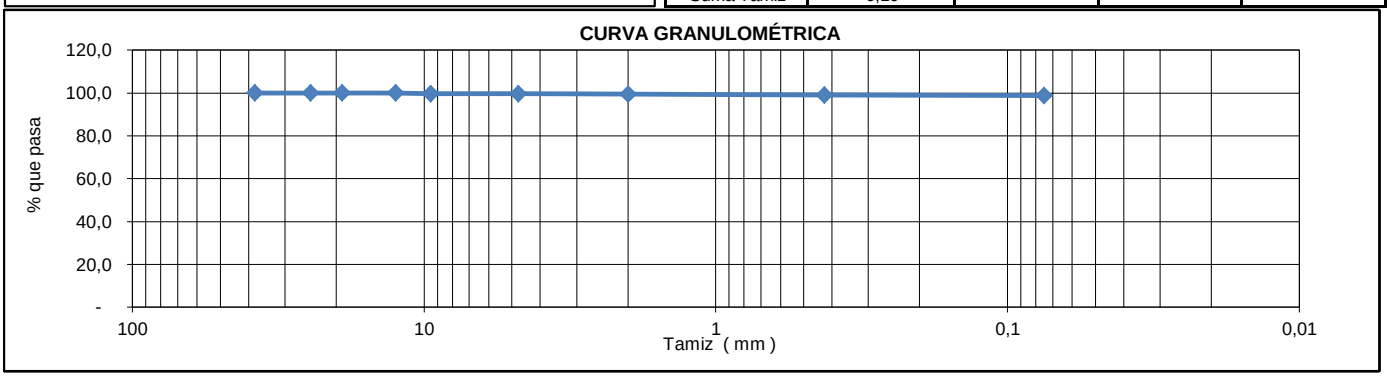
Índice de Plasticidad (IP)	43,22%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	31,00%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	527,7



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	1,50	0,28	99,72	9,50
No 4	0,00	0,00	99,72	4,75
No 10	1,10	0,21	99,51	2,00
No 40	2,20	0,42	99,09	0,43
No 200	1,30	0,25	98,84	0,08
Fondo	521,60	98,84	0,00	
Suma Tamiz	6,10			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 2
Profundidad (m): 1.50 m - 3.00 m.
Fecha: Julio de 2019.
Observaciones: N/A.

Descripción: Arcilla de alta plasticidad.
Color: Gris con vetas marrones
Clasificación USCS: CH.
Clasificación AASHTO: A - 7 - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	17,23	16,62	18,44
P2 (suelo seco + lata)	12,19	11,90	12,92
P3 (peso lata)	3,59	3,97	3,85
Peso de agua (gr)	5,0	4,7	5,5
Peso del suelo seco (gr)	8,6	7,9	9,1
Número de Golpes	34	28	16
Humedad (W)	58,60%	59,52%	60,86%
Límites	Líquido (LL)	59,79%	

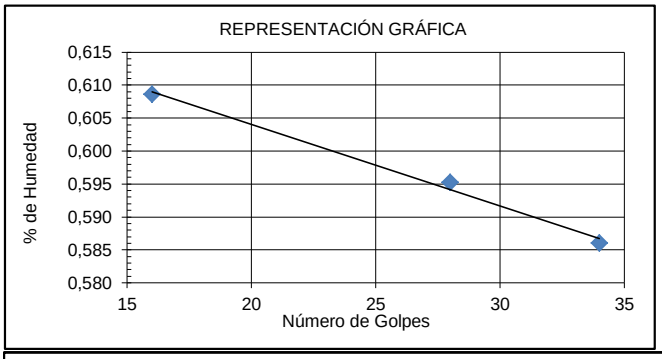
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
10,37	11,79
8,84	10,08
3,17	3,73
1,5	1,7
5,7	6,4
26,98%	26,93%
Plástico (LP)	26,96%

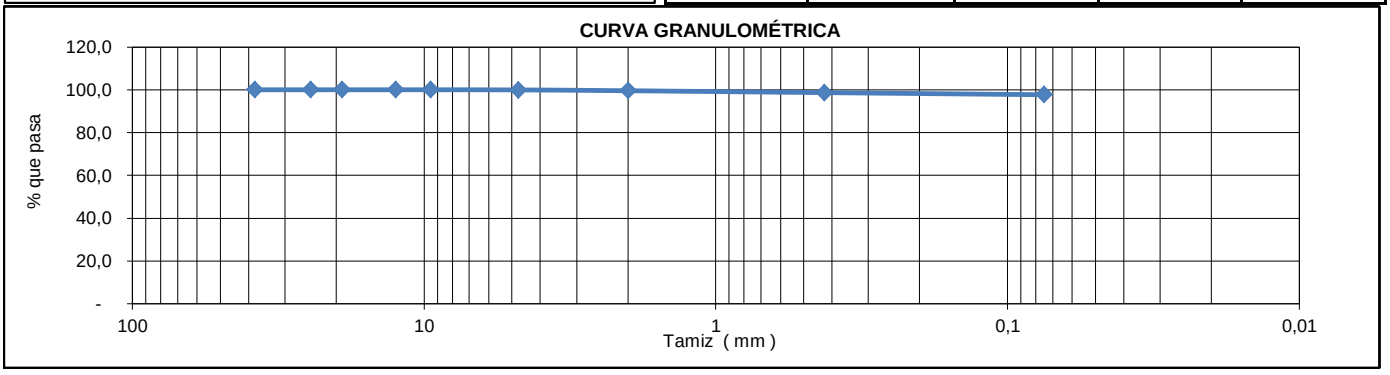
Índice de Plasticidad (IP)	32,83%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	27,00%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	591,8



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,40	0,07	99,93	4,75
No 10	2,30	0,39	99,54	2,00
No 40	5,20	0,88	98,67	0,43
No 200	5,80	0,98	97,69	0,08
Fondo	578,10	97,69	0,00	
Suma Tamiz	13,70			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 3	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.00 m - 3.00 m.	Color: Marrón.
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones:N/A	Clasificación AASHTO: A - 4.

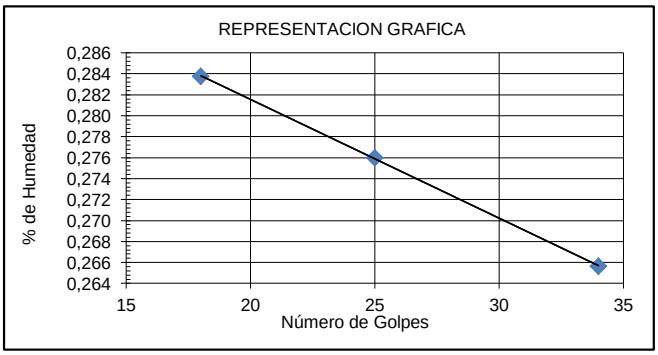
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	17,82	21,21	15,81
P2 (suelo seco + lata)	14,89	17,44	13,14
P3 (peso lata)	3,86	3,78	3,73
Peso de agua (gr)	2,9	3,8	2,7
Peso del suelo seco (gr)	11,0	13,7	9,4
Número de Golpes	34	25	18
Humedad (W)	26,56%	27,60%	28,37%
Límites	Líquido (LL)	27,59%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
21,58	19,38
19,86	17,60
9,80	7,47
1,7	1,8
10,1	10,1
17,10%	17,57%
Plástico (LP)	17,33%

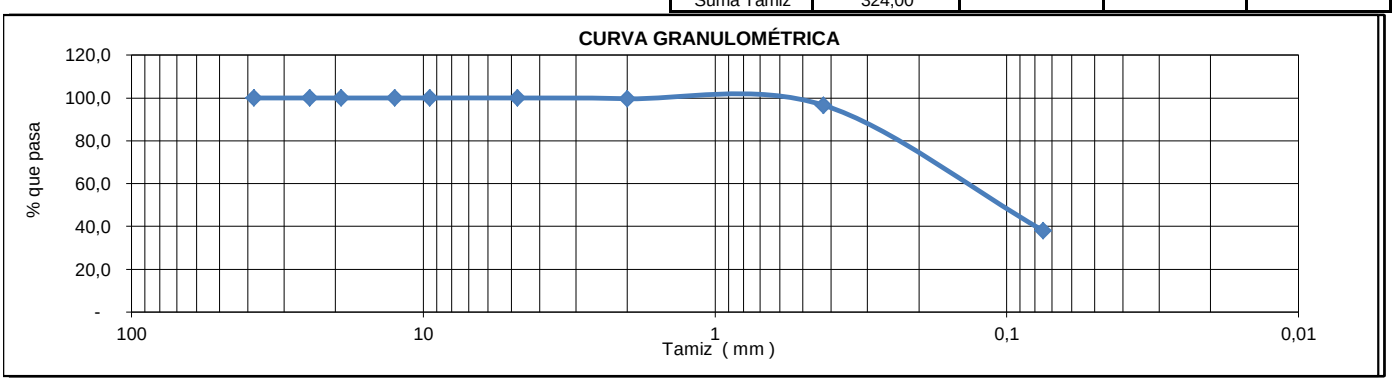
Índice de Plasticidad (IP)	10,25%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	8,50%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	522,8

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	1,80	0,34	99,66	2,00
No 40	15,80	3,02	96,63	0,43
No 200	306,40	58,61	38,03	0,08
Fondo	198,80	38,03	0,00	
Suma Tamiz	324,00			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 4	Descripción: Arcilla de baja plasticidad
Profundidad (m): 0.30 m - 0.50 m.	Color: Marrón oscuro.
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CL.
Observaciones:N/A	Clasificación AASHTO: A -6

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	23,93	20,15	16,85
P2 (suelo seco + lata)	20,48	16,90	13,32
P3 (peso lata)	10,48	7,77	3,75
Peso de agua (gr)	3,5	3,3	3,5
Peso del suelo seco (gr)	10,0	9,1	9,6
Número de Golpes	34	27	17
Humedad (W)	34,50%	35,60%	36,89%
Límites	Líquido (LL)	35,80%	

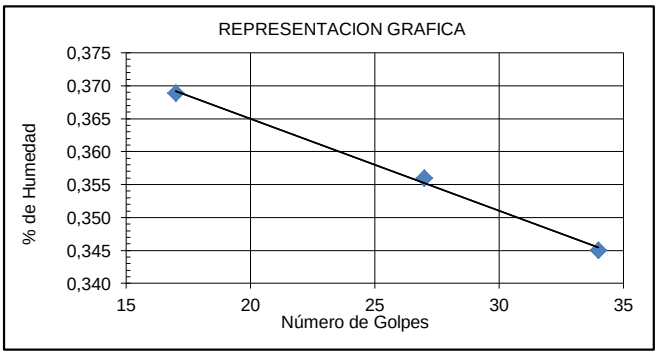
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
21,73	19,14
19,82	17,28
10,30	8,08
1,9	1,9
9,5	9,2
20,06%	20,22%
Plástico (LP)	20,14%

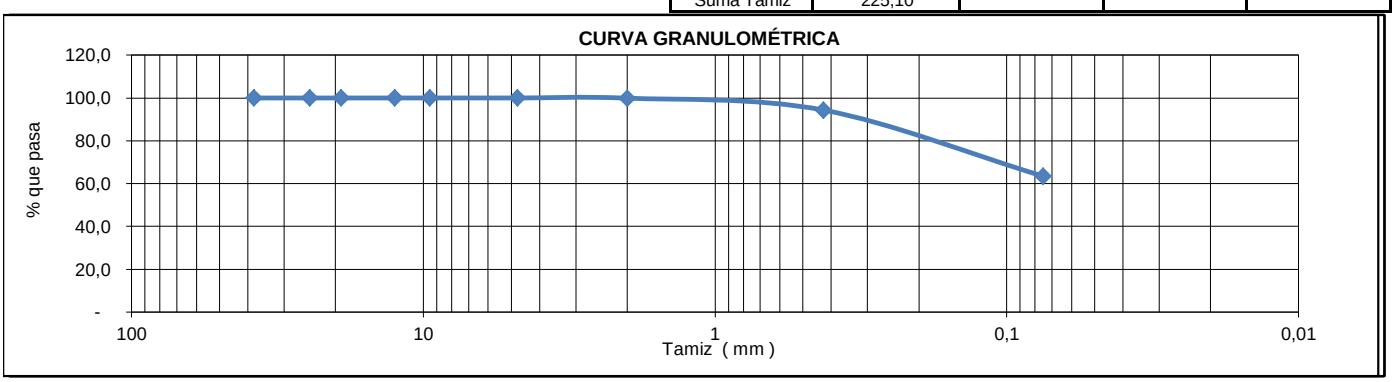
Índice de Plasticidad (IP)	15,66%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	13,70%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	616,0



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	0,60	0,10	99,90	2,00
No 40	34,20	5,55	94,35	0,43
No 200	190,30	30,89	63,46	0,08
Fondo	390,90	63,46	0,00	
Suma Tamiz	225,10			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 4
Profundidad (m): 0.50 m - 3.00 m.
Fecha: Julio de 2019.
Observaciones: N/A.

Descripción: Arcilla de baja plasticidad.
Color: Marrón oscuro
Clasificación USCS: CL.
Clasificación AASHTO: A - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	19,96	17,87	22,96
P2 (suelo seco + lata)	15,60	14,05	19,18
P3 (peso lata)	3,78	3,86	9,25
Peso de agua (gr)	4,4	3,8	3,8
Peso del suelo seco (gr)	11,8	10,2	9,9
Número de Golpes	34	26	18
Humedad (W)	36,89%	37,49%	38,07%
Límites	Líquido (LL)	37,55%	

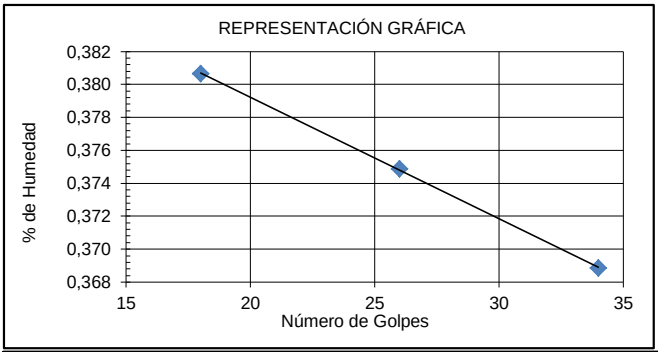
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
17,22	13,35
15,70	11,78
7,81	3,87
1,5	1,6
7,9	7,9
19,26%	19,85%
Plástico (LP)	19,56%

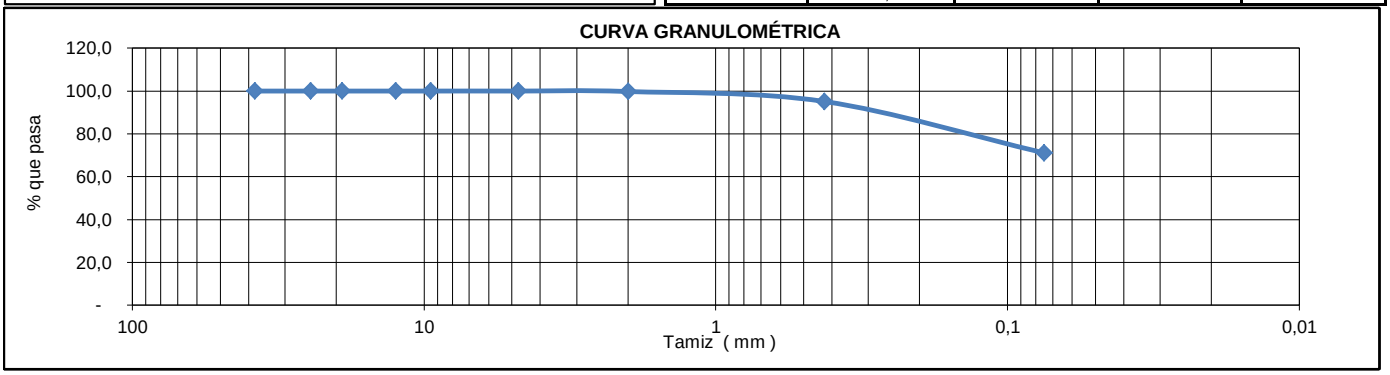
Índice de Plasticidad (IP)	18,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	10,00%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	659,3



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	1,50	0,23	99,77	2,00
No 40	30,50	4,63	95,15	0,43
No 200	158,40	24,03	71,12	0,08
Fondo	468,90	71,12	0,00	
Suma Tamiz	190,40			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 5	Descripción: Arena limosa
Profundidad (m): 0.10 m - 1.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SM.
Observaciones: Presencia de grava.	Clasificación AASHTO: A - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

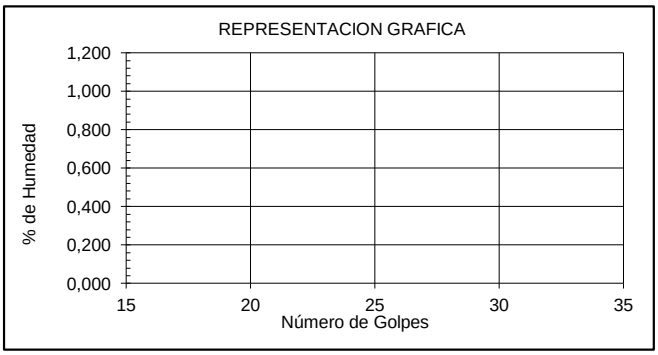
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

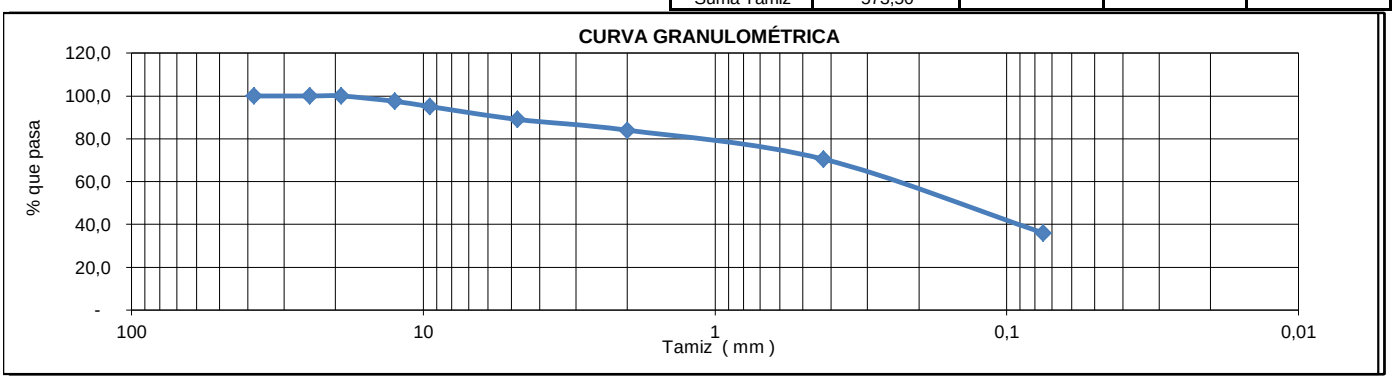
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	3,30%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	896,6



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	22,50	2,51	97,49	12,50
3/8"	21,90	2,44	95,05	9,50
No 4	53,80	6,00	89,05	4,75
No 10	45,10	5,03	84,02	2,00
No 40	121,30	13,53	70,49	0,43
No 200	308,90	34,45	36,04	0,08
Fondo	323,10	36,04	0,00	
Suma Tamiz	573,50			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 5	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 1.00 m - 3.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	22,98	22,44	21,57
P2 (suelo seco + lata)	19,87	19,51	18,73
P3 (peso lata)	6,38	7,53	7,68
Peso de agua (gr)	3,1	2,9	2,8
Peso del suelo seco (gr)	13,5	12,0	11,1
Número de Golpes	34	24	18
Humedad (W)	23,05%	24,46%	25,70%
Límites	Líquido (LL)	24,46%	

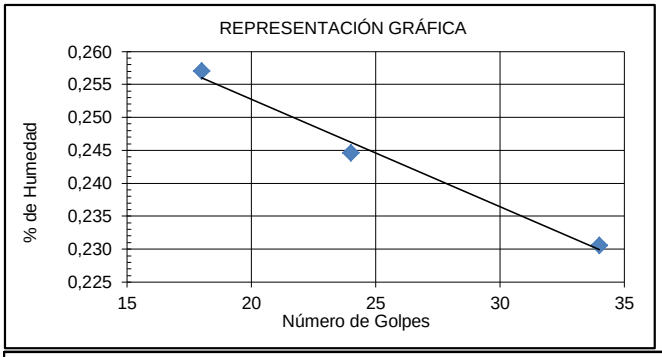
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
16,48	17,71
15,41	16,42
7,61	7,06
1,1	1,3
7,8	9,4
13,72%	13,78%
Plástico (LP)	13,75%

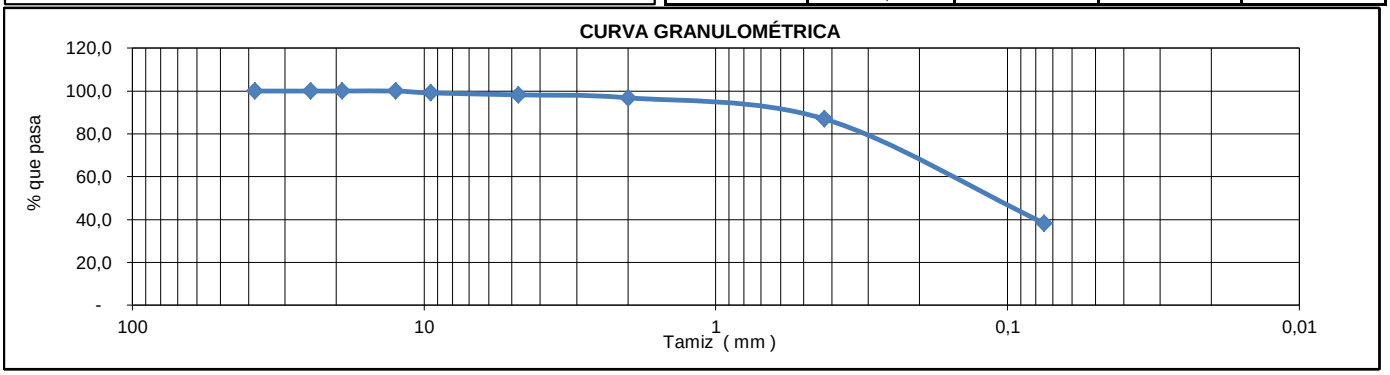
Índice de Plasticidad (IP)	10,71%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	11,00%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	504,1



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	4,40	0,87	99,13	9,50
No 4	4,60	0,91	98,21	4,75
No 10	6,90	1,37	96,85	2,00
No 40	49,70	9,86	86,99	0,43
No 200	245,30	48,66	38,33	0,08
Fondo	193,20	38,33	0,00	
Suma Tamiz	310,90			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 6	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.10 m - 0.50 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 6.

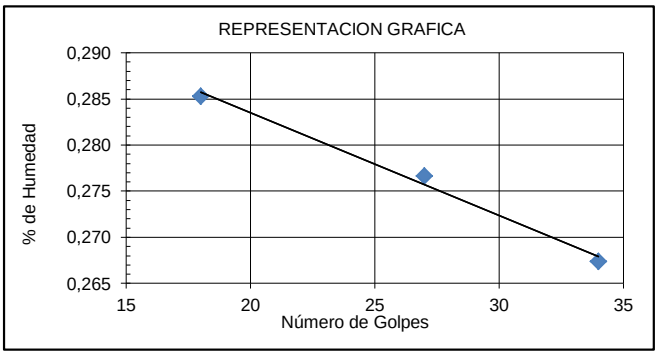
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	21,31	28,67	21,31
P2 (suelo seco + lata)	18,43	24,78	18,28
P3 (peso lata)	7,66	10,72	7,66
Peso de agua (gr)	2,9	3,9	3,0
Peso del suelo seco (gr)	10,8	14,1	10,6
Número de Golpes	34	27	18
Humedad (W)	26,74%	27,67%	28,53%
Límites	Líquido (LL)	27,79%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
15,90	17,49
14,67	16,00
7,48	7,42
1,2	1,5
7,2	8,6
17,11%	17,37%
Plástico (LP)	17,24%

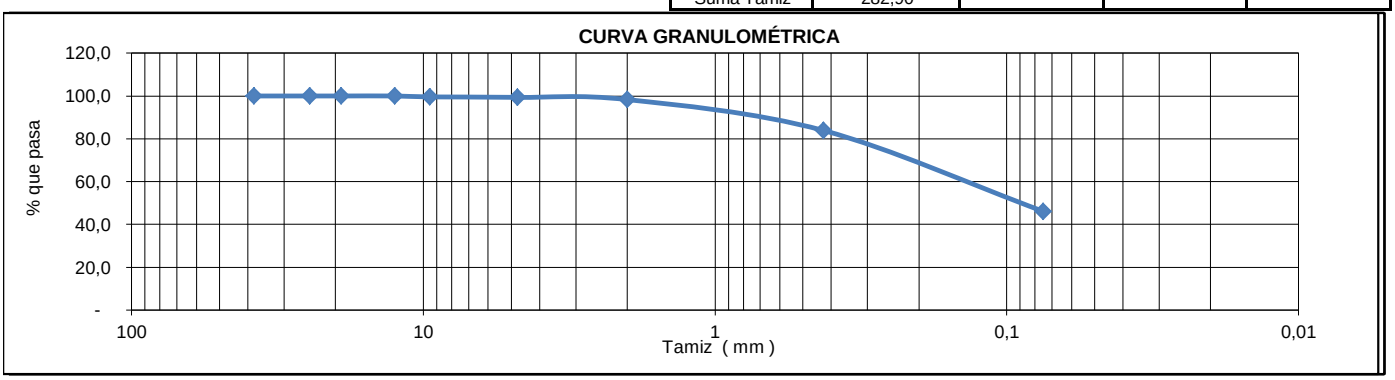
Índice de Plasticidad (IP)	10,56%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	9,50%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	525,1

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	2,30	0,44	99,56	9,50
No 4	1,10	0,21	99,35	4,75
No 10	5,50	1,05	98,31	2,00
No 40	75,70	14,42	83,89	0,43
No 200	198,30	37,76	46,12	0,08
Fondo	242,20	46,12	0,00	
Suma Tamiz	282,90			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 6	Descripción: Arena limosa
Profundidad (m): 0.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SM
Observaciones: Presencia de grava.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

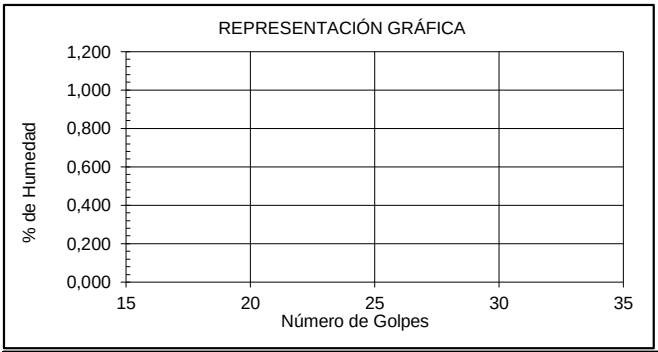
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

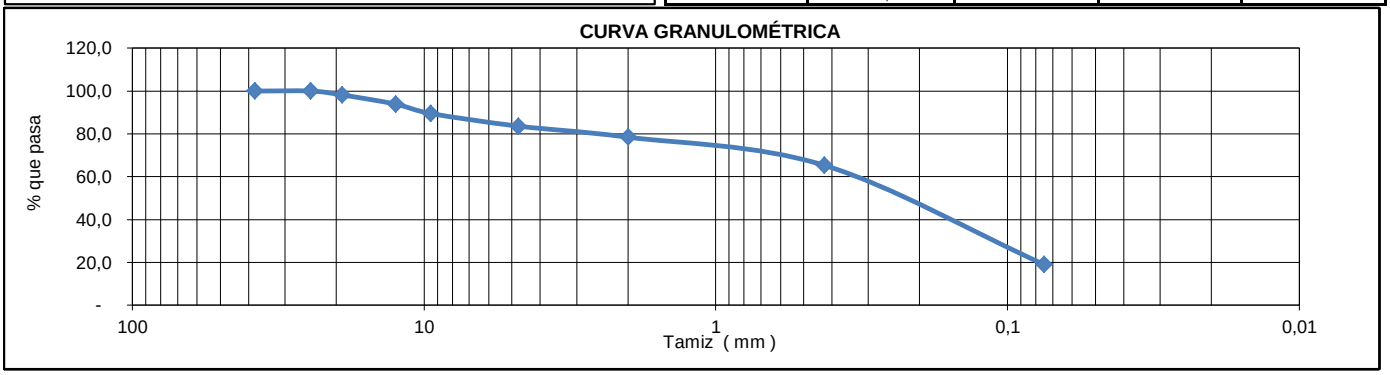
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	3,70%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	868,6



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	15,80	1,82	98,18	19,10
1/2"	37,40	4,31	93,88	12,50
3/8"	37,80	4,35	89,52	9,50
No 4	51,40	5,92	83,61	4,75
No 10	44,80	5,16	78,45	2,00
No 40	113,90	13,11	65,34	0,43
No 200	402,30	46,32	19,02	0,08
Fondo	165,20	19,02	0,00	
Suma Tamiz	703,40			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 7	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.50 m - 1.50 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 6.

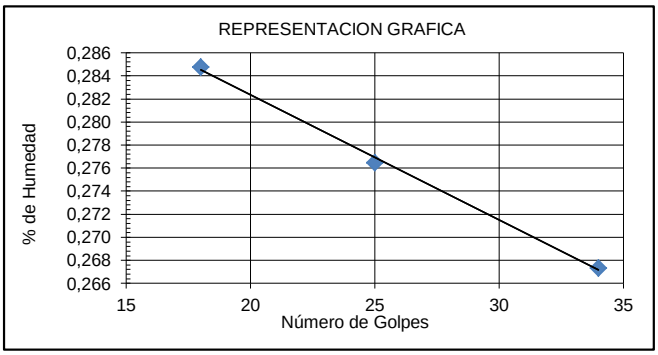
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	26,65	23,91	21,23
P2 (suelo seco + lata)	23,26	20,49	18,20
P3 (peso lata)	10,58	8,12	7,56
Peso de agua (gr)	3,4	3,4	3,0
Peso del suelo seco (gr)	12,7	12,4	10,6
Número de Golpes	34	25	18
Humedad (W)	26,74%	27,65%	28,48%
Límites	Líquido (LL)	27,69%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
14,27	15,78
13,09	14,48
6,18	6,54
1,2	1,3
6,9	7,9
17,08%	16,37%
Plástico (LP)	16,72%

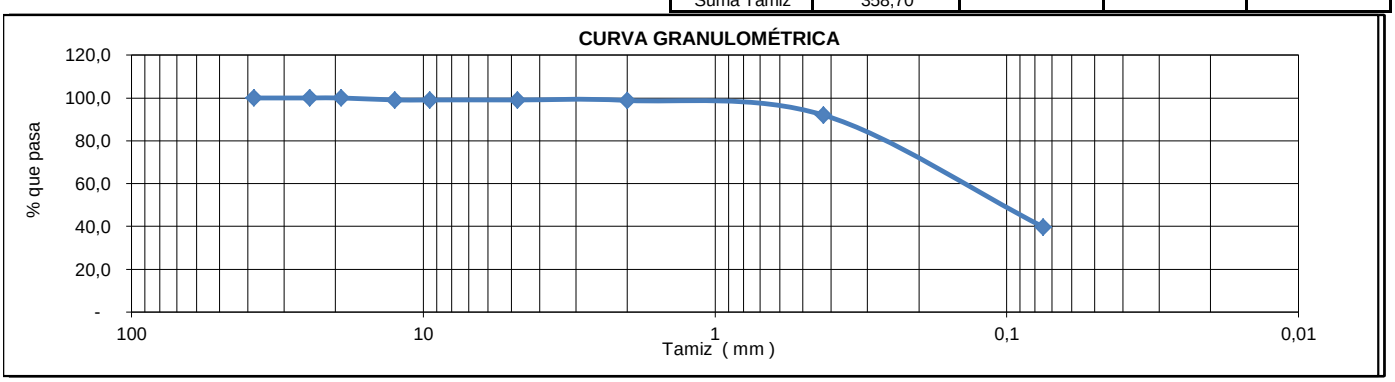
Índice de Plasticidad (IP)	10,97%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	10,60%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	595,5

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	5,50	0,92	99,08	12,50
3/8"	0,00	0,00	99,08	9,50
No 4	0,00	0,00	99,08	4,75
No 10	1,40	0,24	98,84	2,00
No 40	40,70	6,83	92,01	0,43
No 200	311,10	52,24	39,76	0,08
Fondo	236,80	39,76	0,00	
Suma Tamiz	358,70			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 7	Descripción: Arena limosa
Profundidad (m): 1.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SM
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

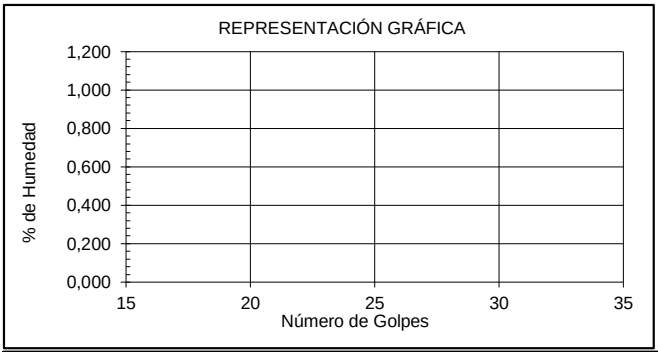
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

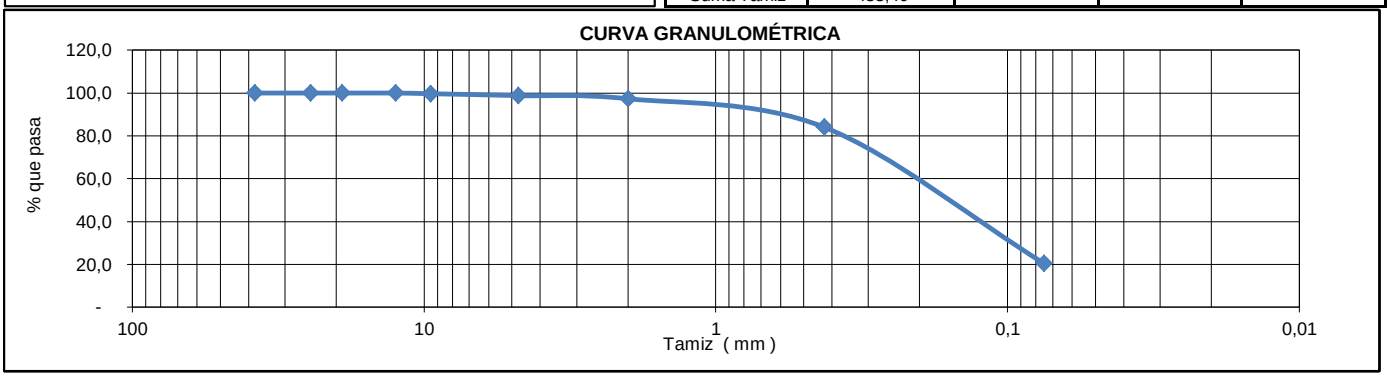
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	7,30%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	613,9



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	1,90	0,31	99,69	9,50
No 4	5,50	0,90	98,79	4,75
No 10	9,00	1,47	97,33	2,00
No 40	81,60	13,29	84,04	0,43
No 200	390,40	63,59	20,44	0,08
Fondo	125,50	20,44	0,00	
Suma Tamiz	488,40			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 8	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 1.00 m - 2.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

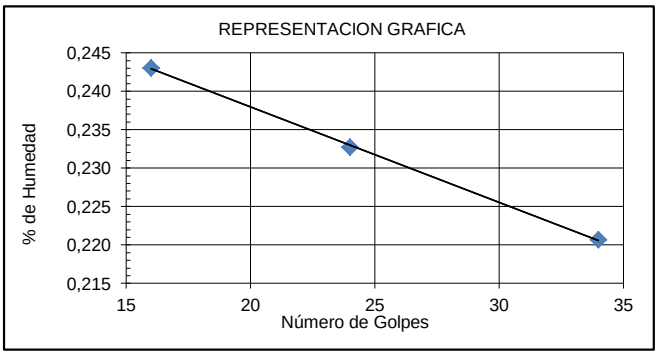
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	20,71	23,97	20,77
P2 (suelo seco + lata)	17,68	20,16	17,45
P3 (peso lata)	3,95	3,79	3,79
Peso de agua (gr)	3,0	3,8	3,3
Peso del suelo seco (gr)	13,7	16,4	13,7
Número de Golpes	34	24	16
Humedad (W)	22,07%	23,27%	24,30%
Límites	Líquido (LL)	23,17%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
15,16	15,28
14,28	14,45
7,61	8,18
0,9	0,8
6,7	6,3
13,19%	13,24%
Plástico (LP)	13,22%

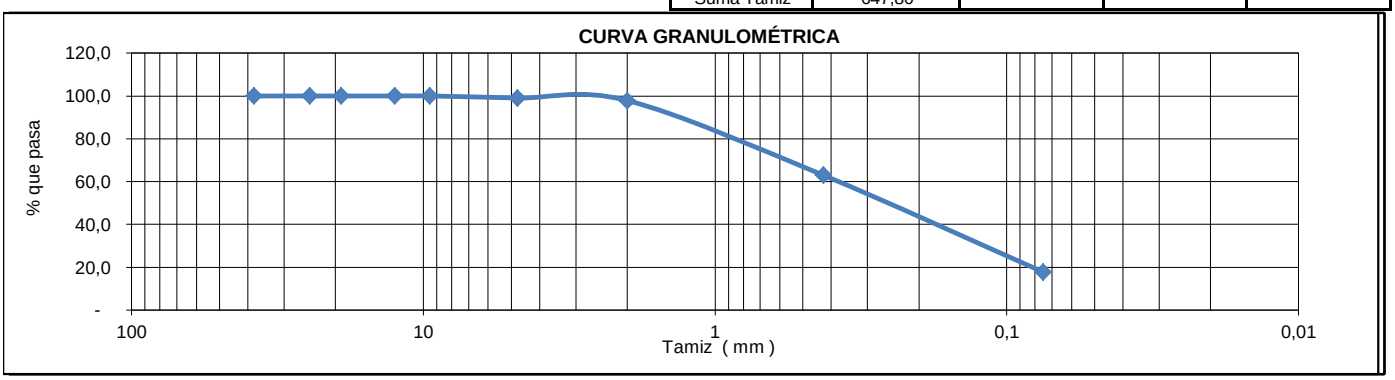
Índice de Plasticidad (IP)	9,96%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	11,90%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	787,7

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	7,40	0,94	99,06	4,75
No 10	9,40	1,19	97,87	2,00
No 40	274,90	34,90	62,97	0,43
No 200	356,10	45,21	17,76	0,08
Fondo	139,90	17,76	0,00	
Suma Tamiz	647,80			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 8	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 2.00 m - 3.00 m.	Color: Marrón claro
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	12,88	20,81	23,28
P2 (suelo seco + lata)	11,37	17,78	19,74
P3 (peso lata)	3,87	3,38	3,80
Peso de agua (gr)	1,5	3,0	3,5
Peso del suelo seco (gr)	7,5	14,4	15,9
Número de Golpes	34	26	16
Humedad (W)	20,13%	21,04%	22,21%
Límites	Líquido (LL)	21,17%	

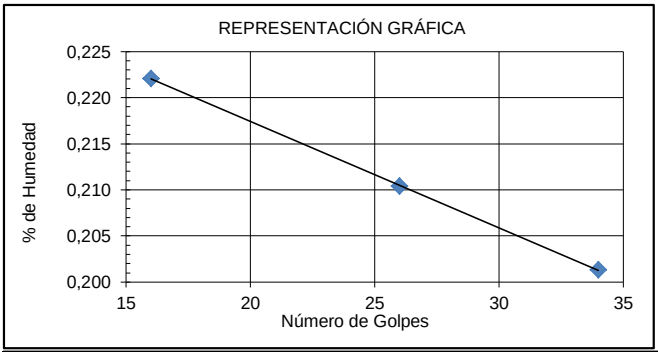
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
9,28	9,35
8,70	8,80
3,59	3,97
0,6	0,5
5,1	4,8
11,35%	11,39%
Plástico (LP)	11,37%

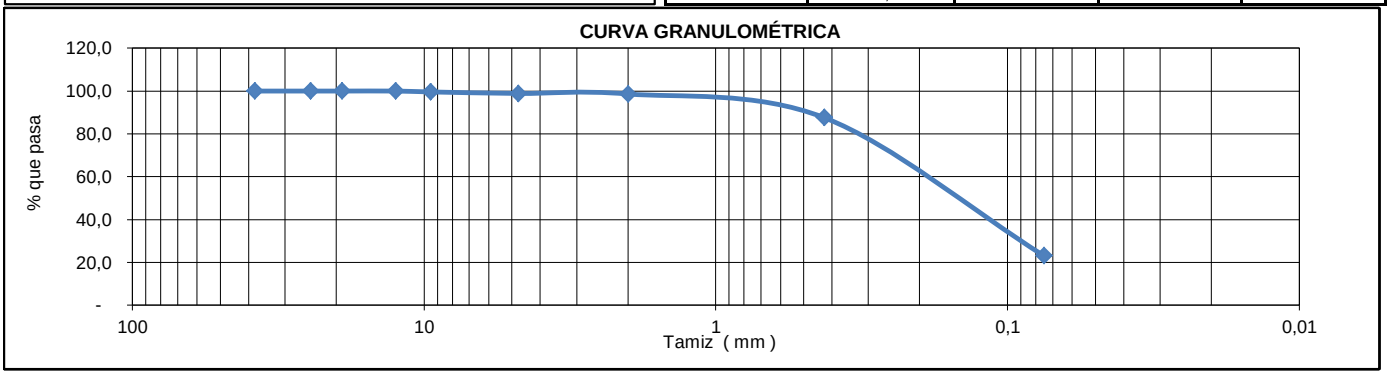
Índice de Plasticidad (IP)	9,80%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	15,50%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	436,8



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	1,80	0,41	99,59	9,50
No 4	3,10	0,71	98,88	4,75
No 10	1,10	0,25	98,63	2,00
No 40	48,30	11,06	87,57	0,43
No 200	281,80	64,51	23,05	0,08
Fondo	100,70	23,05	0,00	
Suma Tamiz	336,10			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 9	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.00 m - 1.50 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

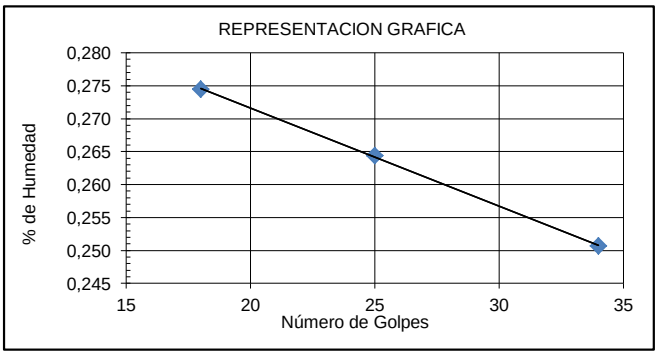
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	17,03	16,81	15,52
P2 (suelo seco + lata)	14,37	14,10	12,97
P3 (peso lata)	3,76	3,85	3,68
Peso de agua (gr)	2,7	2,7	2,6
Peso del suelo seco (gr)	10,6	10,3	9,3
Número de Golpes	34	25	18
Humedad (W)	25,07%	26,44%	27,45%
Límites	Líquido (LL)	26,42%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
16,81	18,06
15,45	16,53
7,49	7,56
1,4	1,5
8,0	9,0
17,09%	17,06%
Plástico (LP)	17,07%

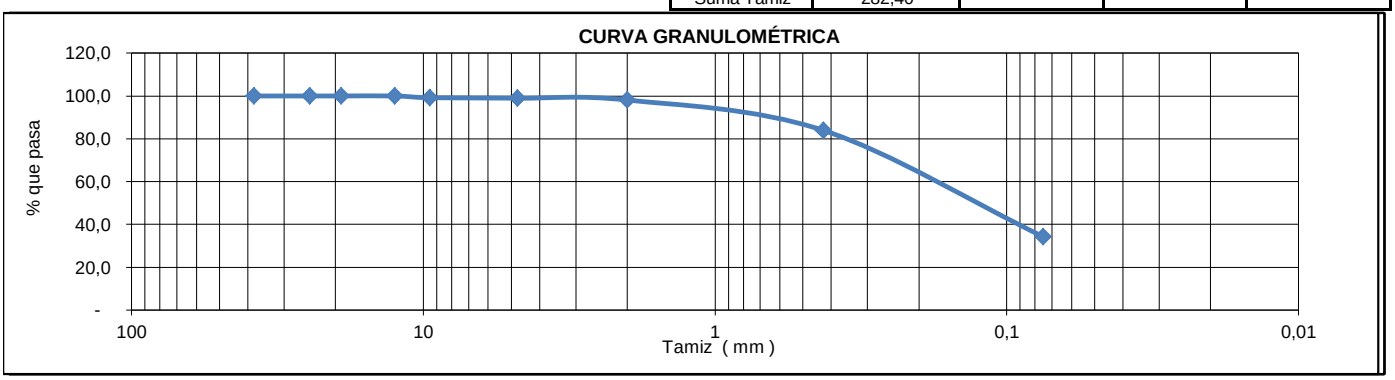
Índice de Plasticidad (IP)	9,35%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	8,50%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	429,7

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	3,50	0,81	99,19	9,50
No 4	0,90	0,21	98,98	4,75
No 10	3,80	0,88	98,09	2,00
No 40	60,90	14,17	83,92	0,43
No 200	213,30	49,64	34,28	0,08
Fondo	147,30	34,28	0,00	
Suma Tamiz	282,40			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 9	Descripción: Arena limosa
Profundidad (m): 1.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón claro
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SM.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

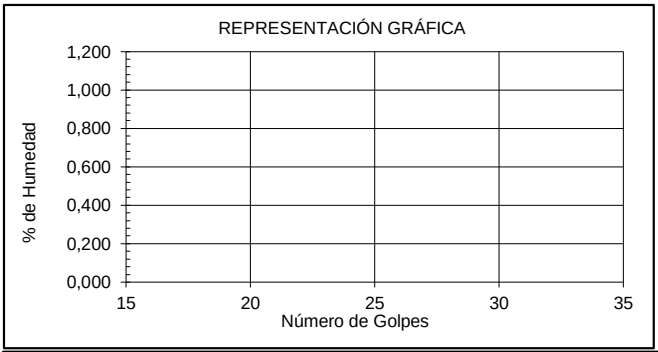
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

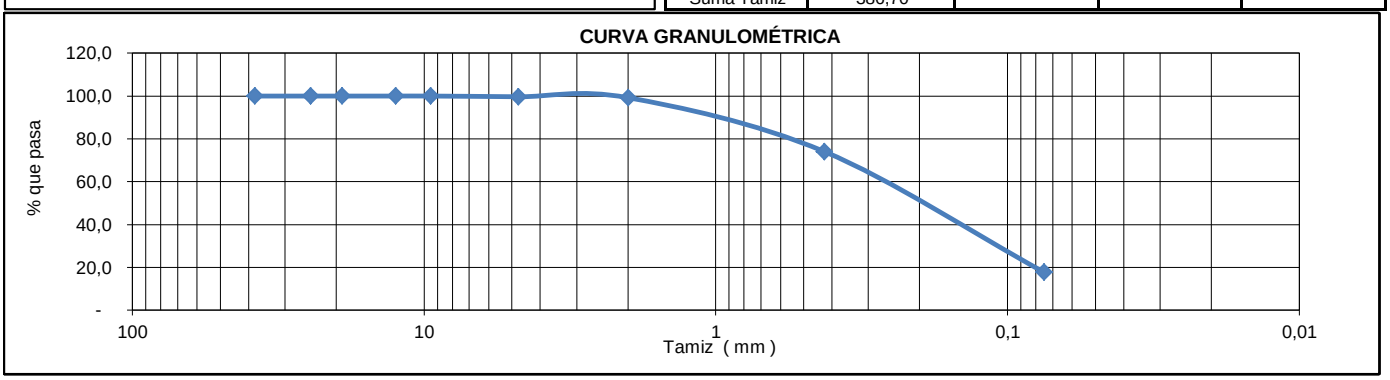
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	6,90%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	470,1



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	1,50	0,32	99,68	4,75
No 10	2,10	0,45	99,23	2,00
No 40	118,20	25,14	74,09	0,43
No 200	264,90	56,35	17,74	0,08
Fondo	83,40	17,74	0,00	
Suma Tamiz	386,70			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 10	Descripción: Arena limosa bien gradada
Profundidad (m): 0.30 m - 1.00 m.	Color: Marrón oscuro.
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SW - SM
Observaciones: Con presencia de grava.	Clasificación AASHTO: A - 1 - b.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

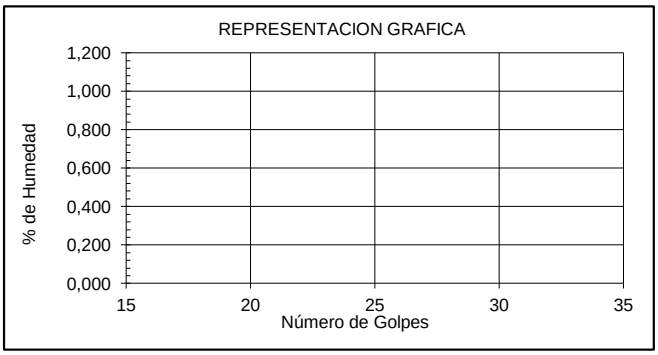
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

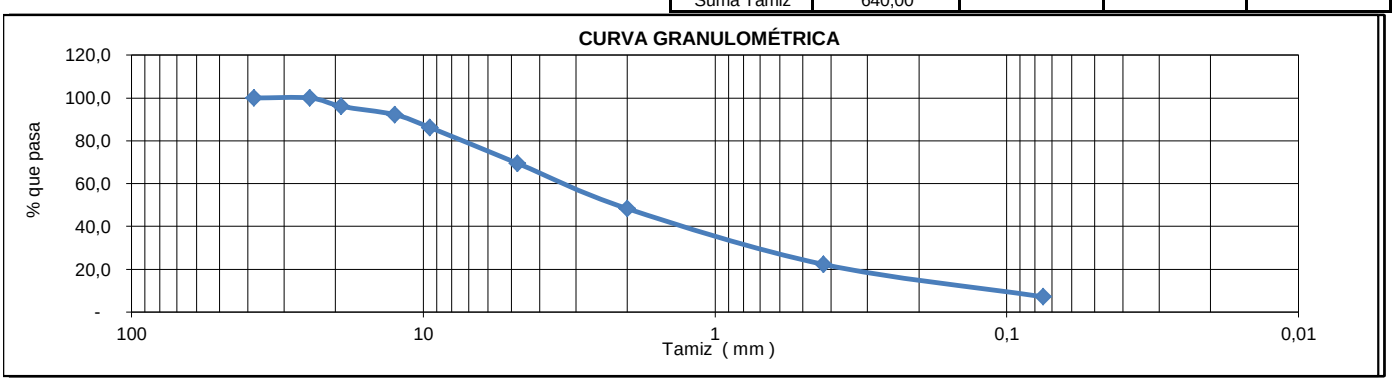
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	4,40%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	689,0



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	27,00	3,918722787	96,08	19,10
1/2"	26,80	3,89	92,19	12,50
3/8"	41,10	5,97	86,23	9,50
No 4	115,70	16,79	69,43	4,75
No 10	145,40	21,10	48,33	2,00
No 40	179,50	26,05	22,28	0,43
No 200	104,50	15,17	7,11	0,08
Fondo	49,00	7,11	0,00	
Suma Tamiz	640,00			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 10	Descripción: Arena limosa
Profundidad (m): 1.00 m - 3.00 m.	Color: Marrón claro
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SM.
Observaciones: Presencia de grava.	Clasificación AASHTO: A - 2 - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)			
P2 (suelo seco + lata)			
P3 (peso lata)			
Peso de agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Número de Golpes			
Humedad (W)			
Límites	Líquido (LL)	0,00%	

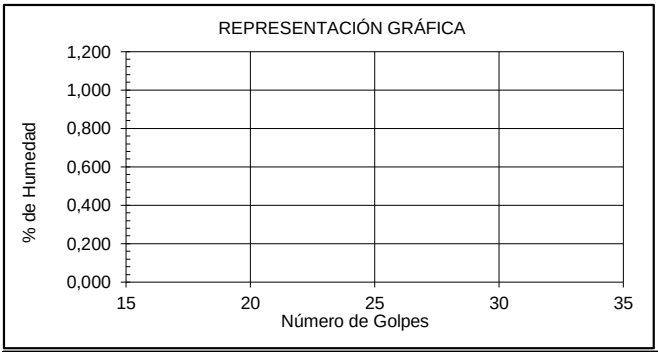
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
Plástico (LP)	0,00%

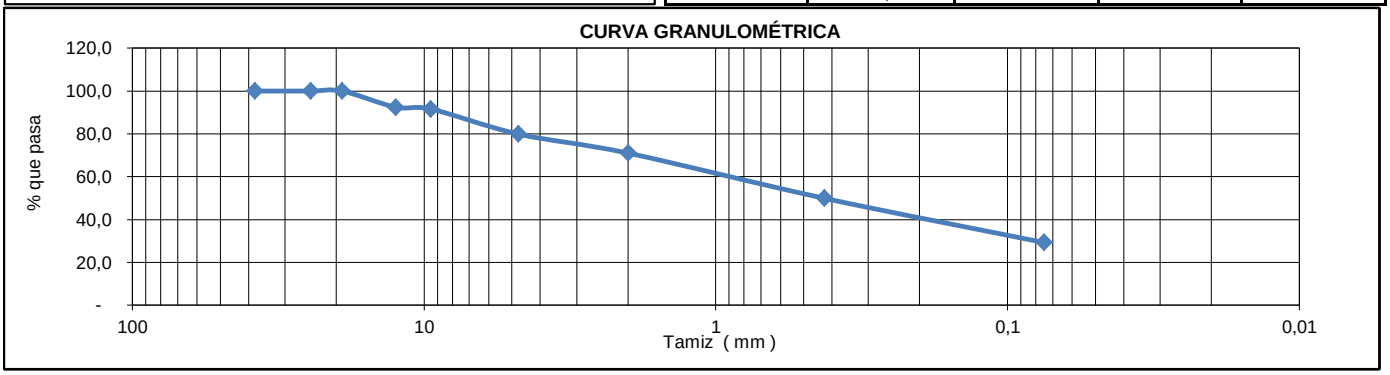
Índice de Plasticidad (IP)	0,00%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	4,70%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	638,0



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	48,50	7,60	92,40	12,50
3/8"	4,75	0,74	91,65	9,50
No 4	75,00	11,76	79,90	4,75
No 10	56,75	8,89	71,00	2,00
No 40	134,50	21,08	49,92	0,43
No 200	132,00	20,69	29,23	0,08
Fondo	186,50	29,23	0,00	
Suma Tamiz	451,50			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 11	Descripción: Arcilla de baja plasticidad
Profundidad (m): 0.20 m - 0.50 m.	Color: Marrón claro.
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CL.
Observaciones: Presencia de arena.	Clasificación AASHTO: A - 6.

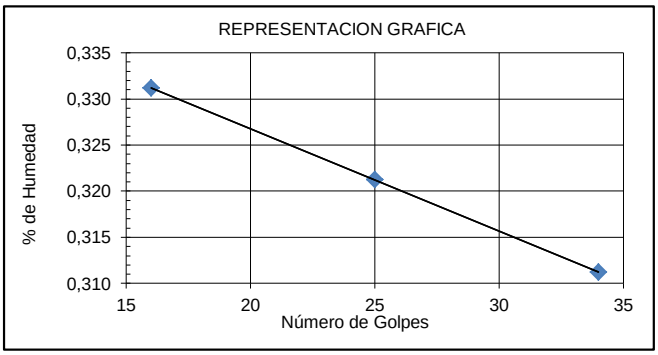
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	18,24	21,16	18,26
P2 (suelo seco + lata)	14,86	16,98	14,66
P3 (peso lata)	4,00	3,97	3,79
Peso de agua (gr)	3,4	4,2	3,6
Peso del suelo seco (gr)	10,9	13,0	10,9
Número de Golpes	34	25	16
Humedad (W)	31,12%	32,13%	33,12%
Límites	Líquido (LL)	32,12%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
11,61	12,20
10,35	10,87
3,56	3,71
1,3	1,3
6,8	7,2
18,56%	18,58%
Plástico (LP)	18,57%

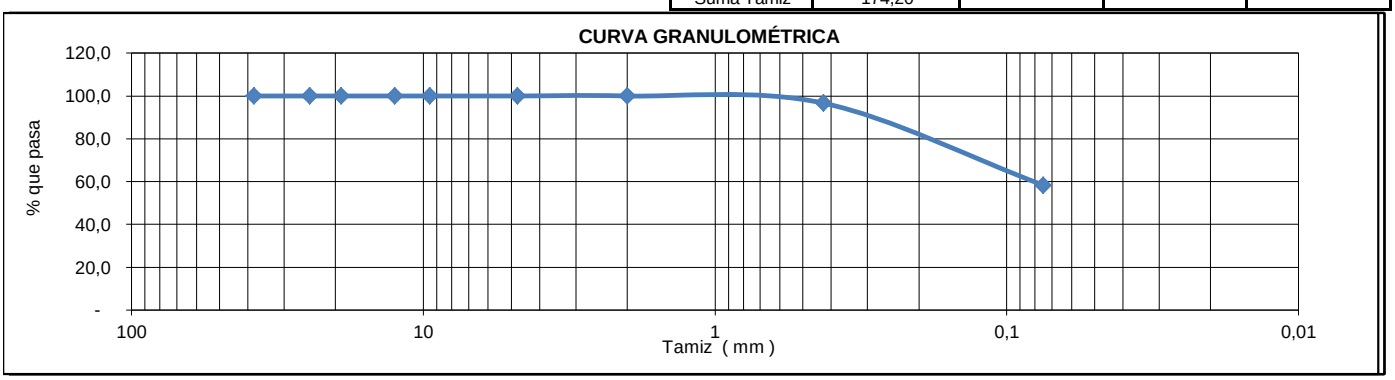
Índice de Plasticidad (IP)	13,56%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	11,70%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	418,4

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	0,00	0,00	100,00	2,00
No 40	14,00	3,35	96,65	0,43
No 200	160,20	38,29	58,37	0,08
Fondo	244,20	58,37	0,00	
Suma Tamiz	174,20			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 11	Descripción: Arcilla de baja plasticidad
Profundidad (m): 0.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón claro
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CL.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 6.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	18,33	21,07	18,25
P2 (suelo seco + lata)	14,95	16,99	14,77
P3 (peso lata)	4,00	3,97	3,79
Peso de agua (gr)	3,4	4,1	3,5
Peso del suelo seco (gr)	11,0	13,0	11,0
Número de Golpes	34	25	16
Humedad (W)	30,87%	31,34%	31,69%
Límites	Líquido (LL)	31,30%	

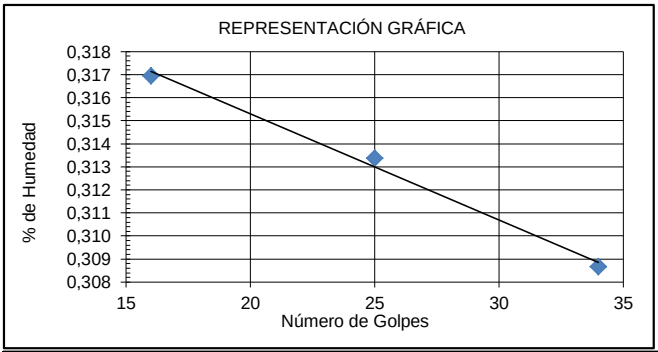
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
11,72	12,34
10,46	10,97
4,68	3,81
1,3	1,4
5,8	7,2
21,80%	19,14%
Plástico (LP)	20,47%

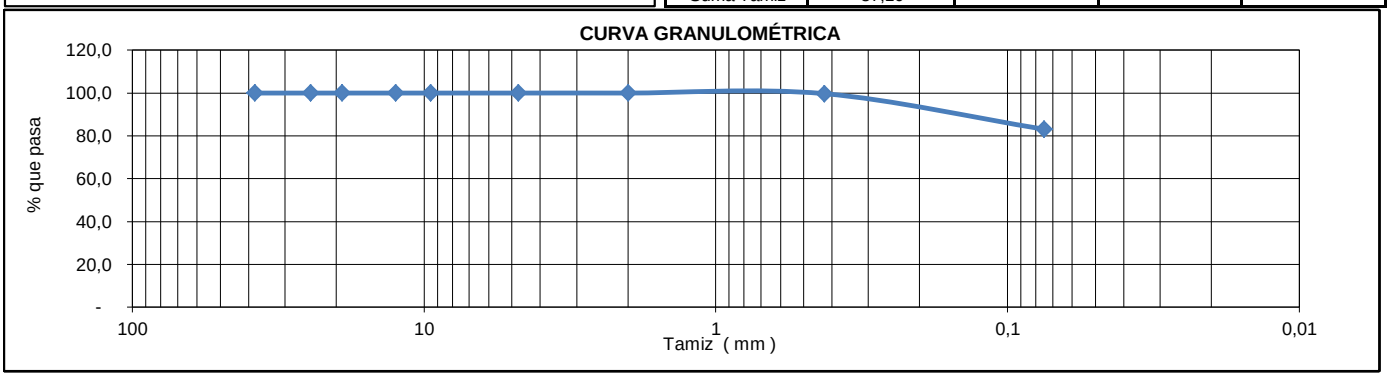
Índice de Plasticidad (IP)	10,83%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	15,40%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	515,5



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	0,00	0,00	100,00	4,75
No 10	0,00	0,00	100,00	2,00
No 40	1,40	0,27	99,73	0,43
No 200	85,70	16,62	83,10	0,08
Fondo	428,40	83,10	0,00	
Suma Tamiz	87,10			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 12	Descripción: Arena arcillosa
Profundidad (m): 0.00 m - 1.50 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: SC.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	20,74	17,06	17,81
P2 (suelo seco + lata)	17,32	14,28	14,80
P3 (peso lata)	3,73	3,81	3,85
Peso de agua (gr)	3,4	2,8	3,0
Peso del suelo seco (gr)	13,6	10,5	11,0
Número de Golpes	34	24	17
Humedad (W)	25,17%	26,55%	27,49%
Límites	Líquido (LL)	26,40%	

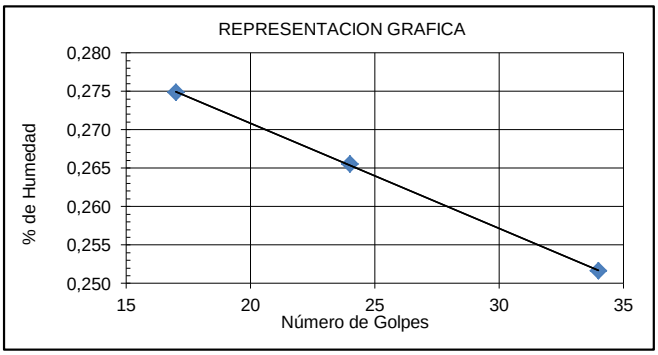
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
13,58	13,58
12,15	12,07
3,72	3,17
1,4	1,5
8,4	8,9
16,96%	16,97%
Plástico (LP)	16,96%

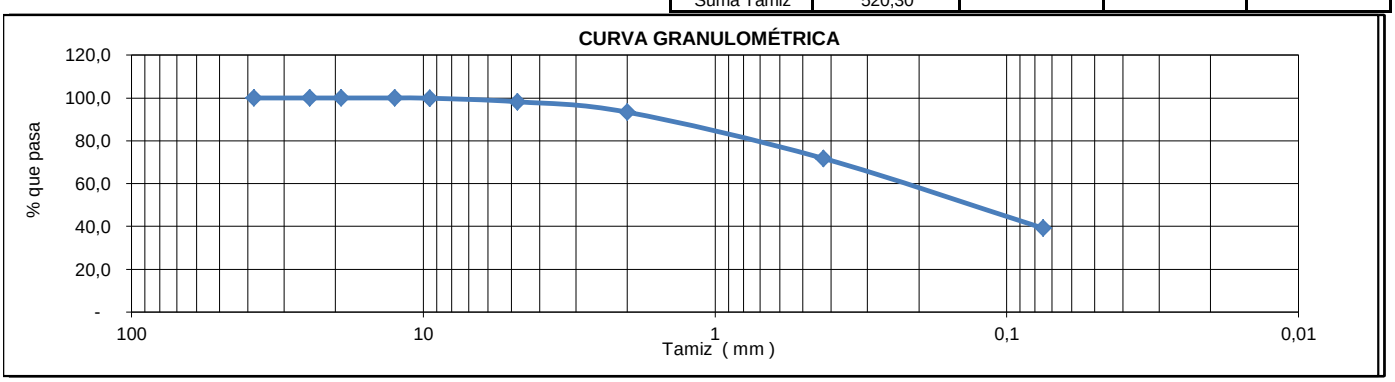
Índice de Plasticidad (IP)	9,44%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	6,30%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	855,3



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	1,00	0,12	99,88	9,50
No 4	14,20	1,66	98,22	4,75
No 10	41,60	4,86	93,36	2,00
No 40	184,70	21,59	71,76	0,43
No 200	278,80	32,60	39,17	0,08
Fondo	335,00	39,17	0,00	
Suma Tamiz	520,30			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 12	Descripción: Limo arcilloso
Profundidad (m): 1.50 m - 3.00 m.	Color: Marrón
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: ML - CL.
Observaciones: N/A.	Clasificación AASHTO: A - 4.

LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	20,25	18,25	20,96
P2 (suelo seco + lata)	17,72	15,97	18,12
P3 (peso lata)	3,77	3,92	3,97
Peso de agua (gr)	2,5	2,3	2,8
Peso del suelo seco (gr)	14,0	12,1	14,2
Número de Golpes	34	27	16
Humedad (W)	18,14%	18,92%	20,07%
Límites	Líquido (LL)	19,11%	

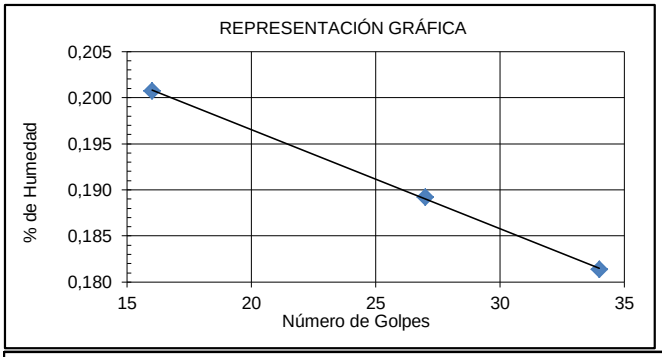
LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
10,66	10,47
9,78	9,54
3,83	3,23
0,9	0,9
6,0	6,3
14,79%	14,74%
Plástico (LP)	14,76%

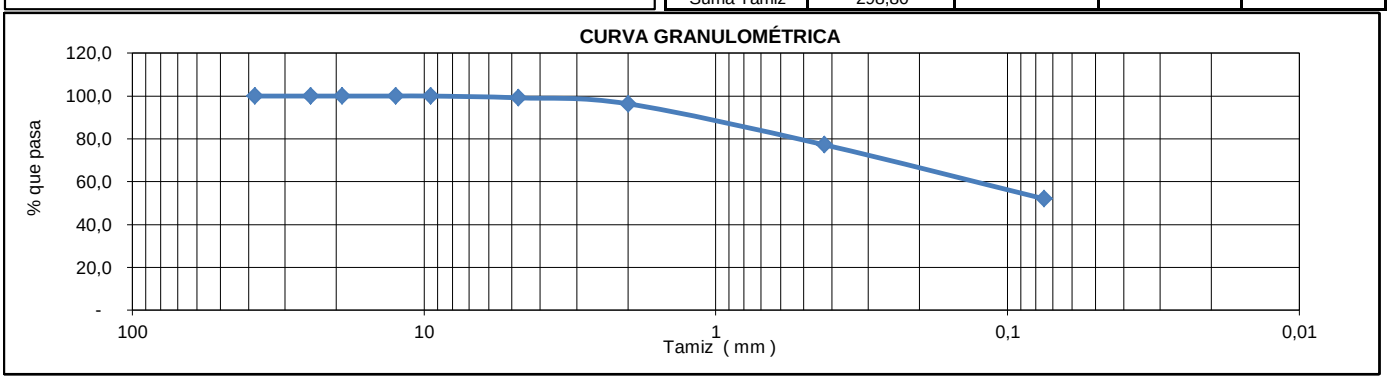
Índice de Plasticidad (IP)	4,35%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	8,40%

GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	622,6



Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	5,20	0,84	99,16	4,75
No 10	17,40	2,79	96,37	2,00
No 40	119,20	19,15	77,22	0,43
No 200	157,00	25,22	52,01	0,08
Fondo	323,80	52,01	0,00	
Suma Tamiz	298,80			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA** **Normas: INVE 122-13; INVE 123-13; INVE 125-13; INVE 126-**	**FP- LAB-01-19** Versión: 00 Fecha: 30 Abr. 2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR

CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.

LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

DATOS DE LA MUESTRA

Sondeo: 13	Descripción: Arcilla de baja plasticidad
Profundidad (m): 0.90 m - 3.00 m.	Color: Marrón claro
Fecha: Julio de 2019.	Clasificación USCS: CL.
Observaciones: Presencia de arena.	Clasificación AASHTO: A - 6

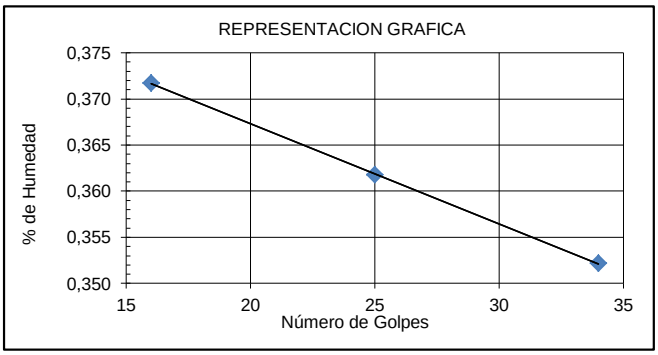
LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo No	1	2	3
Caja No	1	2	3
P1 (suelo húmedo + lata)	16,27	17,28	19,61
P2 (suelo seco + lata)	13,03	13,72	15,35
P3 (peso lata)	3,83	3,88	3,89
Peso de agua (gr)	3,2	3,6	4,3
Peso del suelo seco (gr)	9,2	9,8	11,5
Número de Golpes	34	25	16
Humedad (W)	35,22%	36,18%	37,17%
Límites	Líquido (LL)	36,19%	

LÍMITE PLÁSTICO

1	2
4	5
12,47	12,21
11,12	10,88
3,98	3,86
1,4	1,3
7,1	7,0
18,91%	18,95%
Plástico (LP)	18,93%

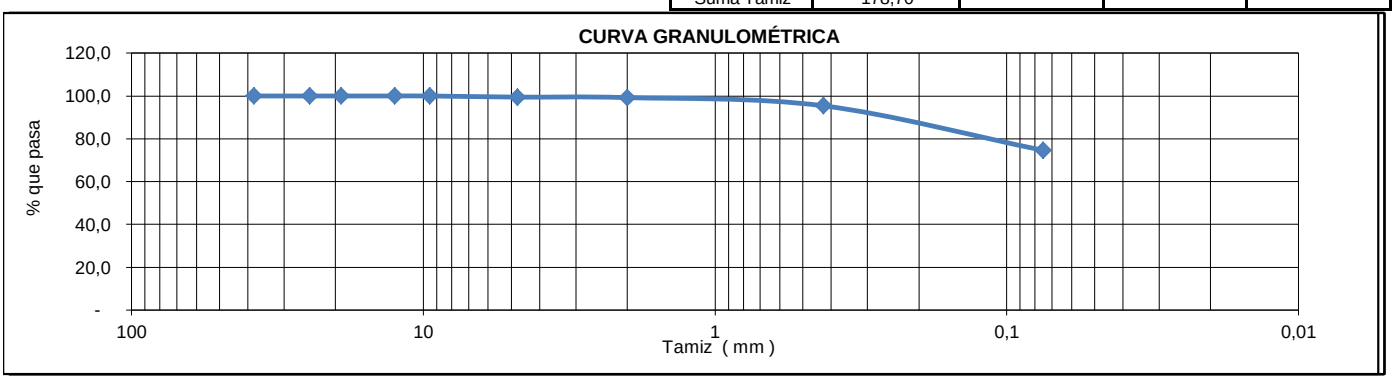
Índice de Plasticidad (IP)	17,26%
Índice de Grupo (IG)	0,0
Humedad Natural (%)	11,80%



GRANULOMETRÍA

PESO DE LA MUESTRA (Gr) :	703,8

Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Pasa	tamiz mm
1 1/2"	0,00	0	100,00	38,00
1"	0,00	0,00	100,00	24,50
3/4"	0,00	0,00	100,00	19,10
1/2"	0,00	0,00	100,00	12,50
3/8"	0,00	0,00	100,00	9,50
No 4	3,70	0,53	99,47	4,75
No 10	1,70	0,24	99,23	2,00
No 40	26,90	3,82	95,41	0,43
No 200	146,40	20,80	74,61	0,08
Fondo	525,10	74,61	0,00	
Suma Tamiz	178,70			



CONSTRUSUELOS GEOTECHNICAL SOLUTION S.A.S.	**PESO UNITARIO DE LOS SUELOS** **INVE 213-13; ASTM D7263- 09**	**FP-LAB-01-26** Versión: 00 Fecha: 30 Abr.2019 Pag 1 de 1

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: IMPULSIÓN REDES DE ACUEDUCTO PATILLA, GALLEGO Y MIRADOR.
CLIENTE: TRIPLE A S.A.E.S.P.
LOCALIZACIÓN: PATILLA, GALLEGO, MIRADOR Y SABANALARGA
DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO.
FECHA: JULIO DE 2019

DATOS DE ENSAYO

Diámetro del molde: 5,50 cm
Altura del molde: 10,00 cm
Volumen del molde: 237,6 cm³

RESULTADOS DEL ENSAYO

N° Sondeo	Clasificación del suelo	Profundidad (m)	Peso muestra (gr)	Peso unitario (gr/cm³)	Descripción
1	ARENA ARCILLOSA	0.00 - 1.50	453,78	1,91	MARRÓN
	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	1.50 - 3.00	463,29	1,95	MARRÓN.
2	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.00 - 0.50	446,66	1,88	GRIS CON VETAS MARRÓN
	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	0.50 - 1.50	458,54	1,93	GRIS CON VETAS MARRÓN.
	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	1.50 - 3.00	463,29	1,95	GRIS CON VETAS MARRÓN.
3	ARENA ARCILLOSA	0.00 - 3.00	458,54	1,93	MARRÓN.
4	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.30 - 0.50	449,03	1,89	MARRÓN OSCURO.
	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.50 - 3.00	465,66	1,96	MARRÓN OSCURO.
5	ARENA LIMOSA	0.10 - 1.00	451,41	1,90	MARRÓN
	ARENA ARCILLOSA	1.00 - 3.00	460,91	1,94	MARRÓN.
6	ARENA ARCILLOSA	0.10 - 0.50	446,66	1,88	MARRÓN
	ARENA LIMOSA	0.50 - 3.00	460,91	1,94	MARRÓN
7	ARENA ARCILLOSA	0.50 - 1.50	456,16	1,92	MARRÓN
	ARENA LIMOSA	1.50 - 3.00	465,66	1,96	MARRÓN
8	ARENA ARCILLOSA	1.00 - 2.00	487,05	2,05	MARRÓN
	ARENA ARCILLOSA	2.00 - 3.00	503,68	2,12	MARRÓN CLARO.
9	ARENA ARCILLOSA	0.00 - 1.50	456,16	1,92	MARRÓN
	ARENA LIMOSA	1.50 - 3.00	460,91	1,94	MARRÓN CLARO.
10	ARENA LIMOSA BIEN GRADADA	0.30 - 1.00	451,41	1,90	MARRÓN OSCURO
	ARENA LIMOSA	1.00 - 3.00	465,66	1,96	MARRÓN CLARO.
11	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.20 - 0.50	446,66	1,88	MARRÓN CLARO
	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.50 - 3.00	463,29	1,95	MARRÓN CLARO.
12	ARENA ARCILLOSA	0.00 - 1.50	453,78	1,91	MARRÓN
	LIMO ARCILLOSO	1.50 - 3.00	449,03	1,89	MARRÓN
13	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0.90 - 3.00	460,91	1,94	MARRÓN CLARO

ING. KAREN BAENA
Vo. Bo. Diretor Técnico

JAINER VELILLA
Vo. Bo. Laboratorista

ANEXO N°4
MEMORIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y ASIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

DATOS GENERALES

Acción sísmica	NTC 2008
Anchura cimentación	1.0 m
Longitud cimentación	1.0 m
Profundidad plano de cimentación	1.0 m
Altura de empotramiento	1.0 m
Profundidad nivel freático	1.5

ESTRATIGRAFÍA TERRENO

Corr: Parámetros con factor de corrección (TERZAGHI)

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams:Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. primaria; Cs: Coef. consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1.5	18.0	19.0	36.0	25.96	0.0	0.0	0.0	22500.0	0.0	0.25	0.0	0.0
1.5	18.6	19.61	42.0	31.1	0.0	0.0	0.0	50420.0	0.0	0.38	0.0	0.0

Cargas de proyecto actuantes en cimentación

Nr.	Nombre combinación	Presión normal del proyecto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carga última	155.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Proyecto

Sismo + Coef. parciales parámetros geotécnicos terrenos + Resistencias

Nr	Corrección sísmica	Tangente ángulo de resistencia al corte	Cohesión efectiva	Cohesión sin drenaje	Peso específico en cimentación	Peso específico cobertura	Coef. Red. Cap. de carga vertical	Coef. Red. Cap. de carga horizontal
1	No	1	1	1	1	1	3	3

CARGA ÚLTIMA CIMENTACIÓN COMBINACIÓN…Carga última
Autor: TERZAGHI (1955)

Carga última [Qult]	542.46 kN/m²
Resistencia de proyecto[Rd]	180.82 kN/m²
Tensión [Ed]	155.56 kN/m²
Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	3.49
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Carga última

Autore: HANSEN (1970) (Condición drenada)

Factor [Nq]	17.75
Factor [Nc]	29.38
Factor [Ng]	14.32
Factor forma [Sc]	1.6
Factor profundidad [Dc]	1.4
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor inclinación talud [Gc]	1.0
Factor inclinación base [Bc]	1.0
Factor forma [Sq]	1.57
Factor profundidad [Dq]	1.29
Factor inclinación cargas [Iq]	1.0
Factor inclinación talud [Gq]	1.0
Factor inclinación base [Bq]	1.0
Factor forma [Sg]	0.6
Factor profundidad [Dg]	1.0
Factor inclinación cargas [Ig]	1.0
Factor inclinación talud [Gg]	1.0
Factor inclinación base [Bg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	716.68 kN/m²
Resistencia de proyecto	238.89 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: TERZAGHI (1955) (Condición drenada)

Factor [Nq]	21.63
Factor [Nc]	36.19
Factor [Ng]	18.94
Factor forma [Sc]	1.0
Factor forma [Sg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	542.46 kN/m²
Resistencia de proyecto	180.82 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: MEYERHOF (1963) (Condición drenada)

Factor [Nq]	17.75
Factor [Nc]	29.38
Factor [Ng]	14.84
Factor forma [Sc]	1.59
Factor profundidad [Dc]	1.34
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor forma [Sq]	1.3
Factor profundidad [Dq]	1.17
Factor inclinación cargas [Iq]	1.0
Factor forma [Sg]	1.3
Factor profundidad [Dg]	1.17
Factor inclinación cargas [Ig]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	667.71 kN/m²
Resistencia de proyecto	222.57 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: VESIC (1975) (Condición drenada)

Factor [Nq]	17.75
Factor [Nc]	29.38
Factor [Ng]	21.37
Factor forma [Sc]	1.6
Factor profundidad [Dc]	1.4
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor inclinación talud [Gc]	1.0
Factor inclinación base [Bc]	1.0
Factor forma [Sq]	1.57
Factor profundidad [Dq]	1.29
Factor inclinación cargas [Iq]	1.0
Factor inclinación talud [Gq]	1.0
Factor inclinación base [Bq]	1.0
Factor forma [Sg]	0.6
Factor profundidad [Dg]	1.0
Factor inclinación cargas [Ig]	1.0
Factor inclinación talud [Gg]	1.0
Factor inclinación base [Bg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	750.9 kN/m²
Resistencia de proyecto	250.3 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condición drenada)

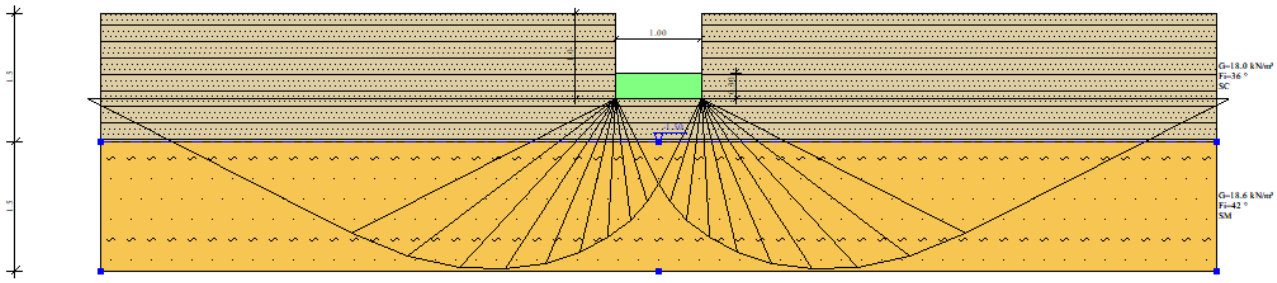
Factor [Nq]	17.75
Factor [Nc]	29.38
Factor [Ng]	14.32
Factor forma [Sc]	1.52
Factor profundidad [Dc]	1.4
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor inclinación talud [Gc]	1.0
Factor inclinación base [Bc]	1.0
Factor forma [Sq]	1.5
Factor profundidad [Dq]	1.29
Factor inclinación cargas [Iq]	1.0
Factor inclinación talud [Gq]	1.0
Factor inclinación base [Bq]	1.0
Factor forma [Sg]	0.7
Factor profundidad [Dg]	1.0
Factor inclinación cargas [Ig]	1.0
Factor inclinación talud [Gg]	1.0
Factor inclinación base [Bg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	697.44 kN/m²
Resistencia de proyecto	232.48 kN/m²

Condición de verificación [Ed<=Rd] Verificado

ASIENTOS ELÁSTICOS

Presión normal del proyecto	155.0 kN/m²
Espesor del estrato	6.0 m
Profundidad substrato rocoso	30.0 m
Módulo elástico	0.0 kN/m²
Coeficiente de Poisson	0.0
Coeficiente de influencia I1	0.51
Coeficiente de influencia I2	0.01
Coeficiente de influencia Is	0.52
Asiento al centro de la cimentación	3.84 mm
Coeficiente de influencia I1	0.46
Coeficiente de influencia I2	0.03
Coeficiente de influencia Is	0.47
Asiento al borde	1.76 mm



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y ASIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

DATOS GENERALES

Acción sísmica	NTC 2008
Anchura cimentación	1.0 m
Longitud cimentación	1.0 m
Profundidad plano de cimentación	1.0 m
Altura de empotramiento	1.0 m

ESTRATIGRAFÍA TERRENO

Corr: Parámetros con factor de corrección (TERZAGHI)

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams:Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. primaria; Cs: Coef. consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
3.0	18.0	19.0	0.0	0	130.0	87.1	265.0	0.0	75000.0	0.45	0.006	0.002

Cargas de proyecto actuantes en cimentación

Nr.	Nombre combinación	Presión normal del proyecto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carga última	171.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Proyecto

Sismo + Coef. parciales parámetros geotécnicos terrenos + Resistencias

Nr	Corrección sísmica	Tangente ángulo de resistencia al corte	Cohesión efectiva	Cohesión sin drenaje	Peso específico en cimentación	Peso específico cobertura	Coef. Red. Cap. de carga vertical	Coef. Red. Cap. de carga horizontal
1	No	1	1	1	1	1	3	3

CARGA ÚLTIMA CIMENTACIÓN COMBINACIÓN…Carga última
Autor: TERZAGHI (1955)

Carga última [Qult]	514.47 kN/m²
Resistencia de proyecto[Rd]	171.49 kN/m²
Tensión [Ed]	171.49 kN/m²
Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	3.0
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Carga última

Autore: HANSEN (1970) (Condición drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.14
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	0.2
Factor profundidad [Dc]	0.4
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	734.31 kN/m²
Resistencia de proyecto	244.77 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: TERZAGHI (1955) (Condición drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.7
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	1.0
Factor forma [Sg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0
Carga última	514.47 kN/m²
Resistencia de proyecto	171.49 kN/m²
Condición de verificación [Ed<=Rd]	Verificado

Autore: MEYERHOF (1963) (Condición drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.14
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	1.2
Factor profundidad [Dc]	1.2
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor forma [Sq]	1.0
Factor profundidad [Dq]	1.0
Factor inclinación cargas [Iq]	1.0
Factor forma [Sg]	1.0
Factor profundidad [Dg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0

Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	662.68 kN/m²
Resistencia de proyecto	220.89 kN/m²

Condición de verificación [Ed<=Rd] Verificado

Autore: VESIC (1975) (Condición drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.14
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	0.2
Factor profundidad [Dc]	0.4
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	734.31 kN/m²
Resistencia de proyecto	244.77 kN/m²

Condición de verificación [Ed<=Rd] Verificado

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condición drenada)

Factor [Nq]	1.0
Factor [Nc]	5.14
Factor [Ng]	0.0
Factor forma [Sc]	1.2
Factor profundidad [Dc]	1.4
Factor inclinación cargas [Ic]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zq]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zg]	1.0
Factor corrección sísmico inercial [zc]	1.0

Carga última	770.13 kN/m²
Resistencia de proyecto	256.71 kN/m²

Condición de verificación [Ed<=Rd] Verificado

ASIENTOS POR ESTRATO

***Asiento edométrico calculado con: Método consolidación unidimensional de Terzaghi**

Presión normal del proyecto	170.0 kN/m²
Asientos después de T años	1.0
Asiento total	0.14 cm

Z: Profundidad promedio del estrato; Dp: Incremento de tensiones; Wc: Asiento de consolidación; Ws:Asiento secundario (deformaciones viscosas); Wt: Asiento total.

Estrato	Z (m)	Tensión (kN/m²)	Dp (kN/m²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	2	36	51.088	Edométrico	0.14	--	0.14

Asientos en el tiempo Estrato...1 Wt=0.14 cm

Asientos [cm]	% Ced	Tiempo Días
0.014	10	1.336806
0.028	20	5.451389
0.042	30	12.27431
0.056	40	21.875
0.07	50	34.02777
0.084	60	49.65278
0.098	70	69.96528
0.112	80	98.43749
0.126	90	147.2222
0.14	100	173.6111

