

TABLA CONTENIDO

GENERALIDADES	6
1. OBJETIVOS	7
1.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	8
2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL	8
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN	8
2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS	9
2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN	10
3. GEOLOGÍA REGIONAL	10
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA	12
5. CLIMATOLOGÍA	12
6. EXPLORACIÓN DE CAMPO	13
6.1. DATOS DE CAMPO SPT	14
7. ENSAYOS DE LABORATORIO	19
7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1	20
7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1	20
8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN	22
9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO	22
9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES	23
10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD	24
10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA	24
10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0)	25
10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO	25
10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO	26
10.6. CONCLUSIÓN TÉCNICA GEOTÉCNICA	26
11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS	27
11.1. Estimación del módulo elástico del suelo (E)	27
11.2. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO	28
12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO	28

13.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO	30
14.	MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO	30
15.	ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN	32
16.	LIMITACIONES	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10	8
Tabla 2.	Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10	9
Tabla 3.	Coordenadas de los sondeos	10
Tabla 4.	Perfil estratigráfico promedio	16
Tabla 5.	Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia	17
Tabla 6.	Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia	18
Tabla 7.	Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia	19
Tabla 8.	Perfil de Humedades. Fuente propia	20
Tabla 9	Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia	21
Tabla 10.	Perfil pesos específicos. Fuente propia	21
Tabla 11.	Potencial de expansión, fuente Propia	22
Tabla 12	Datos de entrada cálculo de capacidad portante	26
Tabla 13.	Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10	29
Tabla 14.	Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia	30

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del proyecto	8
Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración Fuente: elaboración propia	10
Ilustración 3. Geología local	11
Ilustración 4. Esquema de referencia; se adopta $Aa=0,15$ y $Av=0,20$ según NSR-10	12
Ilustración 5. Climatología del proyecto Fuente: Weather Spark	13
Ilustración 6. Perforación manual Sondeo 1	14
Ilustración 7. Perforación manual Sondeo 2	14
Ilustración 8. Muestra Número 1	16
Ilustración 9. Muestra Número 2	16
Ilustración 10. Muestra Número 3	16
Ilustración 11. Muestra Número 4	16
Ilustración 12. Muestra Número 5	17
Ilustración 13. Muestra Número 6	17
Ilustración 14. Estructura de cimentación. Fuente Propia	32

GENERALIDADES

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico para el proyecto en referencia.

En el documento inicialmente se relaciona toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica. Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

1. OBJETIVOS.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características geotécnicas del material de fundación del proyecto en referencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar el perfil estratigráfico típico de la zona, identificando el cambio de estratos y divisoria de aguas de la zona.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
- Determinar la capacidad de carga máxima que puede soportar el suelo de fundación ante las cargas de servicio.
- Identificar el tipo de cimentación más adecuado.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

En la siguiente ilustración se muestra la localización del proyecto en referencia.



2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La clasificación de la estructura conforme a la tabla H.3.1-1(ver tabla 1) se caracteriza como una estructura de categoría BAJA.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla 1. Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10

2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS

El número mínimo de sondeos necesarios y la profundidad de exploración se estipula conforme a la tabla H.3.2-1 de la norma NSR 10 la cual estipula la ejecución de 3 sondeos de exploración a 6 metros de profundidad.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 2. Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10

Si bien la Tabla H.3.2-1 sugiere un mínimo de tres (3) sondeos para este tipo de unidad de construcción, para el presente estudio se ejecutaron dos (2) sondeos, criterio considerado suficiente dada la homogeneidad observada en el terreno y el alcance del puente proyectado.

2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN

En la siguiente ilustración puede observarse la localización específica de los sondeos de exploración ejecutados para la exploración del proyecto en referencia.



Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración
Fuente: elaboración propia

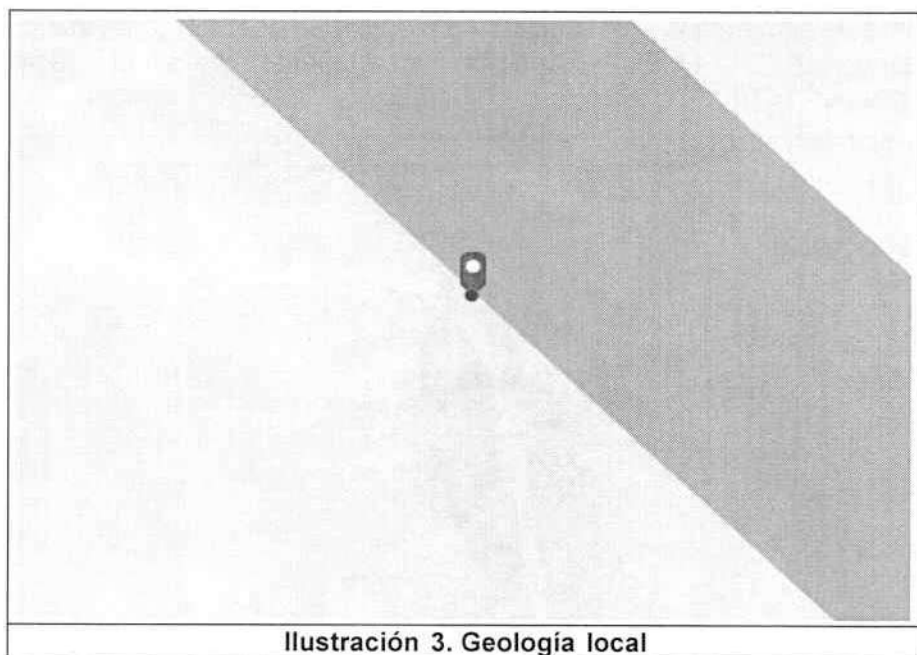
Nº DE SONDEO	OESTE	NORTE
1	73°39'31.21"O	5°27'33.09"N
2	73°39'31.04"O	5°27'33.24"N

Tabla 3. Coordenadas de los sondeos

3. GEOLOGÍA REGIONAL

La zonificación es la unidad geotécnica k1k6-Stm corresponde a una secuencia sedimentaria mesozoica (Cenomaniano–Maastrichtiano) compuesta por intercalaciones de shales (lutitas), calizas, fosforitas, cherts y cuarzarenitas, con predominio de facies finas hacia el norte y niveles más arenosos hacia el sur. Desde el punto de vista geotécnico se espera un macizo estratificado, de marcada

anisotropía (planos de estratificación y posible diaclasamiento), con estratos de lutitas y calizas de baja a media deformabilidad y capas arenosas más competentes, lo que puede generar contrastes locales de rigidez y resistencia que deben ser verificados mediante exploración y ensayos de campo y laboratorio.



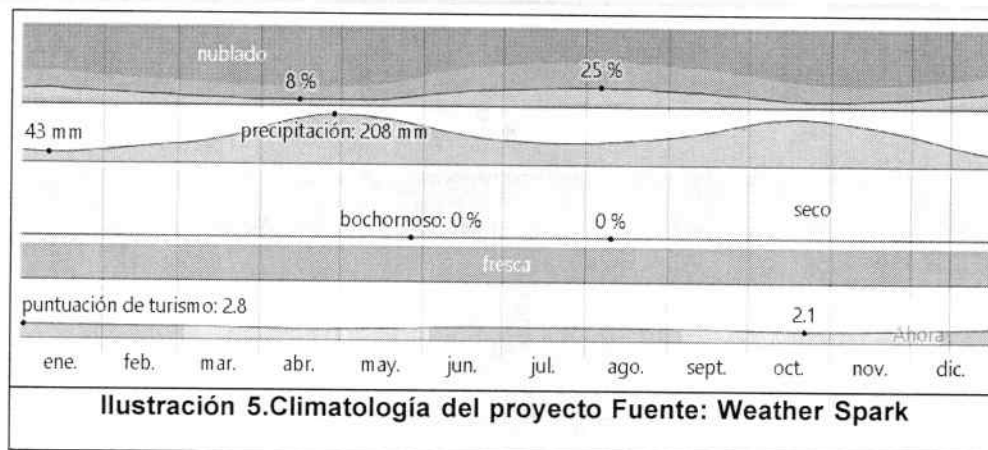
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

El municipio de Guachetá, Cundinamarca, se encuentra en zona de riesgo sísmico INTERMEDIA de acuerdo con la Norma Sismo – Resistentes Colombiana, NSR-10. Por lo anterior los diseños sísmicos que se proyecten, se deben realizar usando un coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a = 0.15$ y un coeficiente de velocidad pico efectiva de $A_v = 0.20$. (Comisión permanente para el régimen de construcciones, 2010).



5. CLIMATOLOGÍA

En Guachetá, los veranos son frescos; los inviernos son cortos, fríos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6°C a 18°C y rara vez baja a menos de 1°C o sube a más de 20°C .



6. EXPLORACIÓN DE CAMPO

El día 19 de diciembre del año 2025, se realizó la exploración en campo para el estudio de suelos del proyecto Puente 2, Vereda Gacheta Alto, para el cual se desarrollaron dos perforaciones hasta una profundidad de 6.00 metros. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (Standard Penetration Test, S.P.T.) y el ensayo de corte con veleta ASTM. D – 2573 tomando un muestreador de mediacaña estándar que se compone de una zapata de acero para herramientas de conducción, un tubo de acero que se divide longitudinalmente por la mitad y un acoplamiento en la parte superior. El acoplamiento conecta la toma de muestras a la varilla de perforación. Y a la veleta de cuatro hojas (Das, 2015).



**Ilustración 6. Perforación manual
Sondeo 1**



**Ilustración 7. Perforación manual
Sondeo 2**

En las ilustraciones se evidencia el proceso de perforación manual con el método de SPT realizada sobre una capa inicial (nivel cero) en el cual se retiró esta, donde se encontró una capa de material orgánico en el lugar de los sondeos.

6.1. DATOS DE CAMPO SPT

Durante la ejecución de los dos sondeos de exploración se realizó el ensayo SPT (Standard Penetración Test, S.P.T.) ASTM D 1586, con el cual se evaluó el número de golpes para N15, N30 y N45 estos datos fueron recolectados respectivamente para cada sondeo.

Es importante señalar que hay varios factores que contribuyen a la variación de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad de perfiles de suelos similares. Estos factores incluyen la prueba de penetración (SPT), la eficiencia de martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de la varilla (Seed et al., 1985; Skempton, 1986).

El número de penetración estándar para el ensayo SPT está definido como:

$$N = N30 + N45$$

Con base en las observaciones de campo se estandariza el número de penetración estándar de campo basado en la energía de conducción de entrada y su disipación entorno a la toma de muestras en el suelo circundante con la siguiente relación

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60}$$

N_{60} = número de penetración estándar corregido para condiciones de campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martillo (%)

η_B = corrección para el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección para la longitud de la varilla

(Skempton A. , 1986), propone que los valores de la ecuación anterior son:

a. Debido a que el martillo cae de manera libre

$$\eta_H = 45$$

b. debido a que el diámetro de la perforación es un diámetro menor a 60 mm

$$\eta_B = 1$$

c. Debido a que se tiene un muestreador estándar

$$\eta_S = 1.0$$

d. Debido a que la longitud de la varilla es de un metro

$$\eta_R = 0,75$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido finalmente será para este tipo de ensayo Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986)

$$N_{60} = \frac{(N_{30} + N_{45})(45)(1)(1,0)(0,75)}{60}$$

$$N_{60} = (0,5625)N$$

Ejemplo de cálculo

En el sondeo 1 a una profundidad de 0.30 m los valores N_{15} , N_{30} Y N_{45} dieron respectivamente: 9, 9, 7 por lo que el número de penetración estándar será

$$N = 9 + 7$$

$$N = 16$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido será:

$$N_{60} = 0.5625(16)$$

$$N_{60} = 9,00$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los valores N60 para cada profundidad registrada en los tres sondeos realizados, junto con los valores promedios correspondientes. Asimismo, se incluyen fotografías de las muestras recolectadas durante la ejecución de los ensayos, con el fin de evidenciar las características visuales y físicas del material extraído en campo.

Prof(m)	Sondeo 1	Sondeo 2
	N60	N60
0,10	9,00	17,44
0,30	20,25	21,38
1,97	14,06	14,06
3,47	20,25	20,25
4,97	22,50	22,50
N60 Promedio	17,21	19,13
N60 Promedio Min	17,21	

Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio

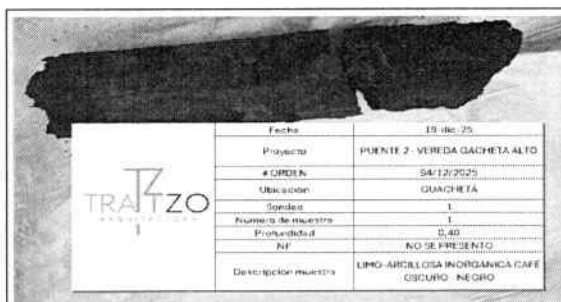


Ilustración 8. Muestra Número 1

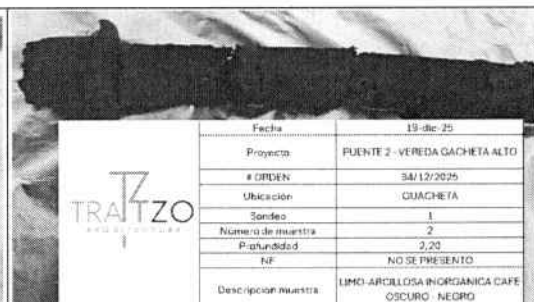


Ilustración 9. Muestra Número 2

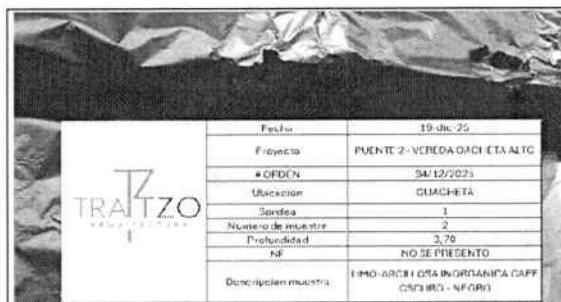


Ilustración 10. Muestra Número 3

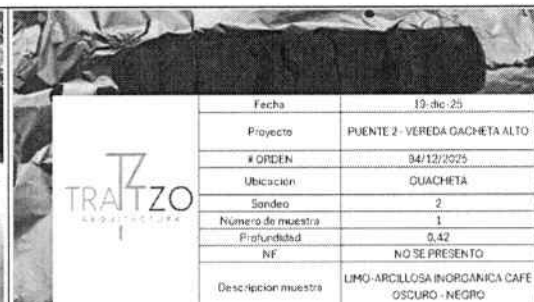


Ilustración 11. Muestra Número 4



En las ilustraciones se puede observar las muestras recogidas en el ensayo a diferentes profundidades, se observa arcilla limosa gris, Según (Das, 2015) la consistencia del suelo se puede medir teniendo como referencia el N60 de la siguiente forma:

N60	Consistencia
0 a 2	Muy Blanda
2 a 5	Blanda
5 a 10	rigidez media
10 a 20	Rígida
20 a 30	Muy rígida.

Tabla 5. Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia

• PERFORACIÓN 1

Nivel freático: No se presentó

Bajo un delgado horizonte de suelo orgánico superficial (0,00–0,10 m), se registra un perfil prácticamente homogéneo de limo-arcilloso inorgánico café oscuro a negro, con fracción gruesa de grava angular, de baja plasticidad y consistencia firme a dura, que se mantiene entre 0,10 y 6,00 m de profundidad. Los valores de penetración corregidos se ubican en el rango $N_{60} \approx 9-23$ golp/0,30 m, lo que indica un material de resistencia media, con compresibilidad baja a media y humedades naturales estimadas alrededor de 25–30 %, no se interceptó nivel freático en la profundidad investigada. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	SUELO ORGÁNICO					
0,30	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	9	9	7	16	9,00
1,97	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	16	20	36	20,25
3,47	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	12	11	14	25	14,06
4,97	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	19	17	36	20,25
6,00	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 6. Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia

• PERFORACIÓN 2

Nivel freático: No se presentó

Se reconoce, bajo un horizonte delgado de suelo orgánico (0,00–0,10 m), un estrato dominante de suelo limo-arcilloso inorgánico café oscuro a negro, con fracción gruesa de grava angular, de baja plasticidad y consistencia firme a dura, que se mantiene prácticamente homogéneo hasta 6,00 m de profundidad. Los valores de penetración estándar corregidos se sitúan en el rango $N_{60} \approx 17\text{--}23$ golp/0,30 m, lo que es consistente con un material de resistencia media, compresibilidad baja a media y humedades naturales del orden de 25–30 %; no se registró nivel freático

dentro del intervalo investigado. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	SUELO ORGÁNICO					
0,42	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	10	15	16	31	17,44
2,35	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	18	20	38	21,38
3,85	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	12	11	14	25	14,06
5,35	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	19	17	36	20,25
6,00	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 7. Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia

7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se tomaron muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasificaron 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 a las características de los suelos. Las muestras fueron seleccionadas tal como lo indica la NSR-10 título H

ARTICULO H.3.3.1 Y el artículo H.3.3.2. Las muestras seleccionadas constituyen el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo tal como lo indica el artículo H.3.2.4. ítem A. Específicamente se ejecutaron ensayos de humedad natural, granulometrías y pesos específicos. Para los cuales se encontraron los siguientes resultados.

7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1

Se recuperaron muestras representativas de los sondeos las cuales fueron llevadas al laboratorio para determinar la humedad natural con base a la norma NTC 1527, para el cual se obtiene los siguientes perfiles de humedades.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)
1	0.10-0.30 m	29,94%
	0.30-1.97 m	25,24%
	1.97-3.47 m	30,02%
	3.47-4.97 m	29,63%
	4.97-6.00 m	27,23%
SONDEO	Prof. (m)	w (%)
2	0.10-0.42 m	26,23%
	0.42-2.35 m	25,12%
	2.35-3.85m	26,53%
	3.85-5.35 m	22,56%
	5.35-6.00 m	26,53%

Tabla 8. Perfil de Humedades. Fuente propia

7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1

Dadas las características naturales del terreno se realizaron los respectivos ensayos de clasificación Bajo la NTC 1493, la NTC 1494 y la NTC 1522 con los cuales se identificó el perfil estratigráfico del suelo SUCS de fundación tal y como puede observarse en la siguiente tabla resumen.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
1	0.10-0.30 m	29,94%	31,02%	22,31%	8,71%	ML
	0.30-1.97 m	25,24%	32,55%	25,04%	7,51%	ML
	1.97-3.47 m	30,02%	29,76%	24,15%	5,61%	ML
	3.47-4.970 m	29,63%	35,02%	25,58%	9,44%	ML
	4.97-6.00 m	27,23%	34,80%	26,51%	8,29%	ML

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
2	0.10-0.42 m	26,23%	33,58%	25,06%	8,52%	ML
	0.42-2.35 m	25,12%	34,50%	25,08%	9,42%	ML
	2.35-3.85m	26,53%	28,40%	24,17%	4,23%	ML
	3.85-5.35 m	22,56%	30,86%	24,50%	6,36%	ML
	5.35-6.00 m	26,53%	34,89%	26,87%	8,02%	ML

Tabla 9 Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia

Los datos anteriormente evidencian que los perfiles estratigráficos presentes en el suelo de fundación de los sondeos corresponden a un perfil que varía en el sistema SUCS como una ML (Limo inorgánico de baja plasticidad).

7.3. PESOS ESPECÍFICOS Artículo H.3.3.3.1

En la siguiente tabla puede observarse un perfil de pesos específicos calculados por el método de parafinado por medidas **METODO ISRM-07**.

Sondeo	Profundidad (m)	Yd (ton/m3)
1	0.10-0.30 m	1,48
	0.30-1.97 m	1,49
	1.97-3.47 m	1,46
	3.47-4.97 m	1,45
	4.97-6.00 m	1,48
Sondeo	Profundidad (m)	Yd (ton/m3)
2	0.10-0.42 m	1,49
	0.42-2.35 m	1,51
	2.35-3.85m	1,48
	3.85-5.35 m	1,55
	5.35-6.00 m	1,48

Tabla 10. Perfil pesos específicos. Fuente propia

8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Tomando como base la tabla H.9.1-1 presentada en la NSR-10 TITULO H a continuación se presenta la cuantificación para el potencial de expansión del suelo presente:

SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
1	0.10-0.30 m	31,02%	8,71%	ML	BAJO
	0.30-1.97 m	32,55%	7,51%	ML	BAJO
	1.97-3.47 m	29,76%	5,61%	ML	BAJO
	3.47-4.970 m	35,02%	9,44%	ML	BAJO
	4.97-6.00 m	34,80%	8,29%	ML	BAJO
SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
2	0.10-0.30 m	31,02%	8,71%	ML	BAJO
	0.30-1.97 m	32,55%	7,51%	ML	BAJO
	1.97-3.47 m	29,76%	5,61%	ML	BAJO
	3.47-4.970 m	35,02%	9,44%	ML	BAJO
	4.97-6.00 m	34,80%	8,29%	ML	BAJO

Tabla 11. Potencial de expansión, fuente Propia

En el perfil presentado se puede ver que el suelo mayormente presenta un potencial expansivo **BAJO**.

9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO

9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N_{60}

Para estimar el ángulo de fricción interna (ϕ) a partir de N_{60} se adopta una correlación empírica logarítmica del tipo propuesta por Kulhawy y Mayne (1990) y otros autores para arenas y limos, que en forma simplificada puede expresarse como:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(N_{60})$$

Sustituyendo $N_{60} = 9$:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(9) = 27 + 3 \cdot 0.954 \approx 27 + 2.86 \approx 29.86^{\circ}$$

Ángulo de fricción interna adoptado para el diseño: $\varphi = 29.86^\circ$

9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES

Longitud estructural del puente: $L = 11.00 \text{ m}$

Ancho efectivo del tablero: $B_{\text{tab}} = 6.00 \text{ m}$

Área del tablero: $A_{\text{tab}} = L \cdot B_{\text{tab}} = 11.00 \cdot 6.00 = 66.00 \text{ m}^2$

Componentes de carga por unidad de área:

- Losa de concreto ($h_{\text{losa}} = 0.15 \text{ m}$, $\gamma_{\text{conc}} = 25 \text{ kN/m}^3$): $q_{\text{losa}} = 25 \cdot 0.15 = 3.75 \text{ kN/m}^2$
- Vigas metálicas y lámina: $q_{\text{acero}} \approx 2.50 \text{ kN/m}^2$.
- Barandas metálicas y elementos menores: $q_{\text{barandas}} \approx 1.25 \text{ kN/m}^2$.

Por tanto, la carga muerta por unidad de superficie es:

$$q_G = 3.75 + 2.50 + 1.25 = 7.50 \text{ kN/m}^2$$

Para la carga viva, al tratarse de tráfico rural bajo, se adopta $q_Q \approx 3.00 \text{ kN/m}^2$. La carga total de servicio por unidad de área es:

$$q_{\text{tot}} = q_G + q_Q = 7.50 + 3.00 = 10.50 \text{ kN/m}^2$$

Carga total sobre el tablero:

$$P_{\text{tot}} = q_{\text{tot}} \cdot A_{\text{tab}} = 10.50 \cdot 66.00 = 693.00 \text{ kN}$$

Reacción en cada estribo (simplemente apoyado):

$$R_{\text{serv}} = P_{\text{tot}} / 2 = 693.00 / 2 = 346.50 \text{ kN}$$

10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD

Peso unitario efectivo del suelo: $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3$ ($\approx 1.80 \text{ ton/m}^3$)

Profundidad de desplante: $D_f = 1.50 \text{ m}$

Cohesión drenada: $c \approx 0 \text{ kPa}$ (suelo friccional)

Ancho de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$

Cálculo de tangente del ángulo:

$$\tan \phi = \tan(29.86^\circ) \approx 0.5742$$

Para suelos friccionales ($c \approx 0$) y zapata corrida, la capacidad última por unidad de área según Terzaghi se expresa como:

$$q_u = \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Cálculo del factor N_q :

$$N_q = e^{\{\pi \tan \phi\}} \cdot \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_\gamma \approx 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

Con $\phi = 29.86^\circ$ se tiene:

$$45^\circ + \phi/2 = 45^\circ + 14.93^\circ \approx 59.93^\circ \rightarrow \tan(45^\circ + \phi/2) \approx 1.7272$$

Por tanto, el factor N_q resulta aproximadamente:

$$N_q \approx 18.12$$

Y el factor N_γ se obtiene como:

$$N_\gamma \approx 21.95$$

10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA

Sustituyendo $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3$, $D_f = 1.50 \text{ m}$, $B = 1.00 \text{ m}$, $N_q \approx 18.12$ y $N_\gamma \approx 21.95$ en la ecuación general:

$$q_u = (17.66)(1.50)(18.12) + 0.5(17.66)(1.00)(21.95)$$

$$q_u \approx 673.77 \text{ kPa}$$

Capacidad admisible con FS = 3.0:

$$q_{adm} = q_u / FS = 673.77 / 3.0 = 224.59 \text{ kPa.}$$

$$q_{adm} = 22.90 \text{ ton/m}^2$$

Esfuerzo efectivo al fondo de la zapata

$$\sigma' = \gamma \cdot D_f = 17.66 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.50 \text{ m} = 26.49 \text{ kPa}$$

10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0)

$$q_{adm,net} = q_{adm} - \sigma'$$

$$q_{adm,net} = 224.59 \text{ kPa} - 26.49 \text{ kPa}$$

$$q_{adm,net} = 198.10 \text{ kPa} = 20.20 \text{ ton/m}^2$$

10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO

El esfuerzo promedio de servicio transmitido al terreno por la zapata se calcula como la reacción vertical de servicio dividida entre el área en planta de la zapata:

$$q_{serv} = R_{serv} / A_f = 346.50 / 6.00 = 57.75 \text{ kPa.}$$

Comparando este valor con la capacidad admisible:

$$q_{serv} / q_{adm} = 57.75 / 224.59 \approx 0.26 \text{ (esfuerzo de servicio } \approx 26 \% \text{ de la capacidad admisible).}$$

El factor de seguridad real frente a la capacidad última, con la ϕ calculada a partir de N_{60} , es:

$$FS_{real} = q_u / q_{serv} = 673.77 / 57.75 \approx 11.67$$

10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO

Con base en la caracterización estratigráfica, el valor corregido $N_{60} = 9$ y la correlación $\phi(N_{60})$ adoptada, la zapata corrida proyectada ($B = 1.00$ m; $D_f = 1.50$ m) presenta una capacidad admisible aproximada de 22.90 ton/m^2 , frente a un esfuerzo de servicio de 5.89 ton/m^2 ($\approx 26\%$ de la capacidad). El asentamiento inmediato calculado es del orden de 2.34 mm , compatible con el desempeño esperado. Se concluye que la cimentación propuesta no compromete el comportamiento estructural del puente.

Geometría de la zapata	B x L	1.00m x 6.00 m
Área	A	6.00 m^2
Profundidad de desplante	D_f	1.50 m
Peso específico del suelo	γ	1.80 ton/m^3 (17.66 kN/m^3)
Angulo de Fricción	ϕ	29.86°
Cohesión drenada	c	0 kPa
Nivel freático	NF	No presente
Carga de servicio	P	346.50 kN
Módulo elástico (Eu)	E	22500 kPa ($E \approx 2.5 \cdot N_{60}$)
Relación de Poisson	ν	0.30

Tabla 12 Datos de entrada cálculo de capacidad portante

10.6. CONCLUSIÓN TÉCNICA GEOTÉCNICA

Con base en los resultados de campo y los cálculos desarrollados conforme a NSR-10 Título H, se concluye que la cimentación propuesta es viable y segura para las cargas consideradas. La zapata corrida $1.00 \text{ m} \times 6.00 \text{ m}$ a $D_f = 1.50 \text{ m}$ presenta capacidad admisible suficiente ($q_{adm,net} \approx 20.20 \text{ t/m}^2$), esfuerzo de servicio inferior al límite ($\approx 26\%$) y asentamientos instantáneos admisibles para la tipología estructural analizada. Cualquier incremento de carga o modificación del diseño deberá ser revisado para confirmar la estabilidad y desempeño del sistema de cimentación.

11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS

Se utiliza la expresión clásica para asentamiento instantáneo (Bowles):

$$S = q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) / E$$

Esfuerzo de servicio: $q = 57.75 \text{ kPa}$.

Menor dimensión de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$.

Relación de Poisson: $\nu = 0.30 \rightarrow \nu^2 = (0.30)^2 = 0.09 \rightarrow (1 - \nu^2) = 1 - 0.09 = 0.91$

Módulo elástico adoptado: $E = 22,500 \text{ kPa}$.

Sustituyendo en la expresión de asentamiento:

$$S = [q \cdot B \cdot (1 - \nu^2)] / E$$

$$S = (57.75 \cdot 1.00 \cdot 0.91) / 22,500$$

$$\text{Numerador: } 57.75 \cdot 1.00 \cdot 0.91 = 52.55$$

$$S = 52.55 / 22,500 = 0.00234 \text{ m} \approx 2.34 \text{ mm}.$$

11.1. Estimación del módulo elástico del suelo (E)

$$E \text{ (MPa)} \approx 2.5 \cdot N_{60}$$

Sustituyendo el valor $N_{60} = 9$ se obtiene:

$$E \text{ (MPa)} = 2.5 \cdot 9 = 22.50 \text{ MPa}$$

Convirtiendo a kPa ($1 \text{ MPa} = 1000 \text{ kPa}$):

$$E = 22.50 \cdot 1000 = 22,500 \text{ kPa}$$

11.2. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO

El asentamiento elástico inmediato es reducido frente a los límites usualmente aceptados para estructuras tipo puente de luz corta a media, por lo que se considera que la deformación vertical de la cimentación es compatible con el comportamiento estructural esperado. No se prevén afectaciones significativas en la nivelación del tablero ni en la operatividad del puente bajo las cargas de servicio evaluadas.

12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Cálculo de la velocidad de onda por Imai-Tonouchi,

$$V_s \left(\frac{m}{s} \right) = 97 \cdot (N_{60})^{0.314}$$

Cálculo de V_s para $N_{60} = 9.00$

$$N_{60} = 9.00$$

1. Exponente:

$$(N_{60})^{0.314} = (9.00)^{0.314}$$

2. Velocidad de onda V_s :

$$V_s = 97 \cdot (9.00)^{0.314}$$

Haciendo la potencia y la multiplicación:

$$V_s \approx 97 \cdot 1.994 \approx 193.41 \text{ m/s}$$

Redondeando:

$$V_s \approx 193 \text{ m/s}$$

En función del valor de la velocidad de onda, y lo consignado en la tabla A.2.4-1 de la NSR-10 que puede observarse a continuación:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa } (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	<p>Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:</p> <p>F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p>F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$)</p> <p>F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)</p>	

Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10

Se observa en la tabla anterior la caracterización del perfil estratigráfico en función del valor de V_s para los estratos realizados, obteniendo una clasificación de perfil de suelo tipo D, definido para el Perfil D en la Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10.

13. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

En función de todos los datos presentados anteriormente y las condiciones naturales del terreno, en la siguiente tabla se presentan los parámetros geotécnicos de diseño del suelo de fundación, para la construcción de edificación de categoría baja.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS	
Cimentación recomendada: Zapatas unidas por vigas de cimentación	
Nivel freático (m)	N/A
Clasificación del suelo de fundación. NSR-10-10 tabla A.2.4-1	Tipo D
Clasificación SUCS (1m) NSR10 H.2.5	ML
Capacidad Portante admisible neta del suelo (ton/m ²) DF=1.50	20.20
Dimensión de zapatas recomendada 1.00m x 6.00 m	
Ángulo de fricción ϕ	29.86
Nspt(N60) Valor corregido	9.00
Coeficiente Aa NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.15
Coeficiente Av NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.20

Tabla 14. Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia

Nota: si las cargas por columna son superiores a la carga patrón tomada para el cálculo del factor de seguridad FS, y los asentamientos máximos por consolidación primaria, deberá reportarse con antelación para verificar la variación de los asentamientos y el valor de la capacidad portante.

14. MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO

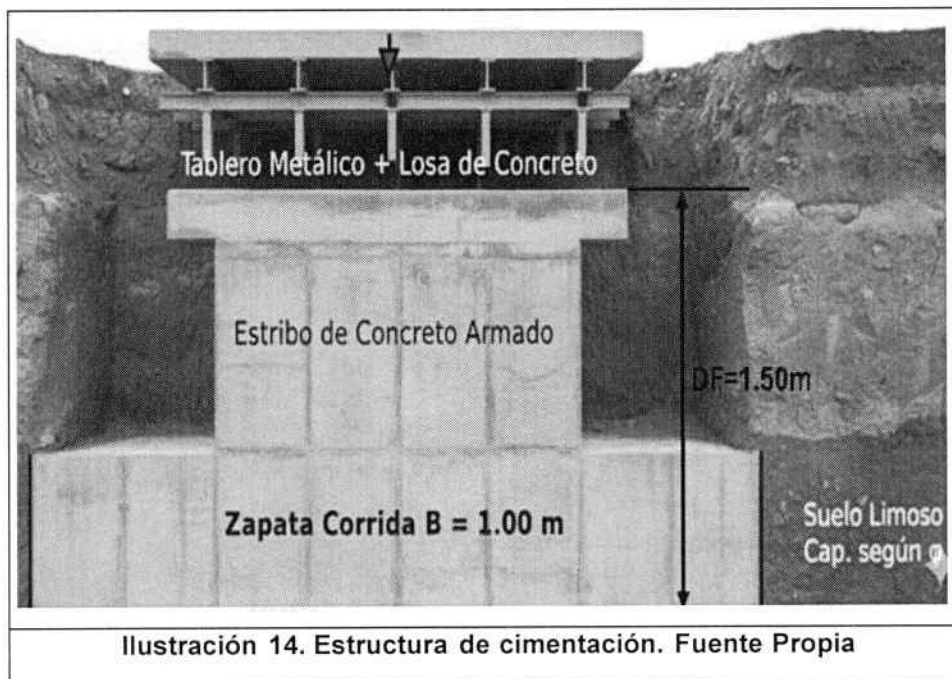
Con el fin de reducir los asentamientos generados por la presión de la estructura sobre el terreno arcilloso se debe mejorar el suelo con una capa de concreto ciclópeo de mínimo 0,4 metros de espesor con las siguientes recomendaciones

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.

- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo el espacio.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuza con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.

15. ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN

En el siguiente grafico puede observarse la alternativa de cimentación presentada para proyecto en Guachetá - Cundinamarca.



Se presenta el perfil de zapata mínimo recomendado, para una zapata de 1.00 por 6.00 con una capacidad portante de 20.20 ton/m².

16. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Weather Spark. (2021). CLIMATOLOGÍA DE GUACHETÁ.

A HARA, & T. (1971). Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils. Soils And foundations .

Barron, A. (1948). Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells. ACI.

Beer, E. D. (1970). Experimental Determination of the Shape Factors and Bearing Capacity Factors of Sand. Geotechnique.

Comisión permanente para el regimen de construcciones. (2010). NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE INGENIERIA SISMORRESISTENTE. Bogotá: Ministerio de Ambiente, edificación y desarrollo territorial.

Das, B. (2015). Fundamentos de ingenieria Geotecnica. Santa fé, Mexico: Cengage Learning.

Fox, E. (1948). The Mean Elastic Settlement of a Uniformly Loaded Area at a Depth Below the Ground Surface Engineering. Rotterdam: 2nd International Conference on Soil Mechanics and Foundation.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA. (2007). ATLAS GEOLOGICO DE COLOMBIA 2007. Bogotá: INGEOMINAS.

J Boussinesq. (1883). pplication des Potentials à L'Etude de L'Equilibre et du Mouvement des Solides. Paris: Gauthie.

Jambu, N. (1956). Veiledning vedlosning av fundamentering soppgaver. Norwegian Geotechnical Institute.

- L Bjerrum. (1974). Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. Norwegian Geotechnical institute.
- Meyerhof, A. H. (1981). Experimental Evaluation of Bearing Capacity of Footings Subjected to Inclined Loads. Canadian Geotechnical Journal.
- Meyerhof, D. (1963). Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal.
- Schmertmann, J. (1978). Improved Strain Influence Factor Diagrams,. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers.
- Skempton, A. (1986). Standard Penetration Test Procedures and the Effect in Sands of Overburden. Geotechnique.
- Skempton, A. W. (1960). Correspondence. Geotechnique.
- Terzaghi, k. (1925). Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage,. Viena: Deuticke.
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Nueva York: Wiley.
- Vesic, A. (1963). Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand. Highway Research Record.

	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.				Ubicación: GUACHETÁ -CUNDINAMARCA				F-N01-08-2016 19/12/2025														
	Orden: 94-12-2025				Ingeniero encargado: Jan Pool Cerquera																		
	Número de sondeo: 1				Profundidad alcanzada: 6,00 m																		
	Número de muestras recuperadas: 5				Nivel freático:				No se presenta														
	Condición		No drenado																				
Factores de corrección																							
ηh		45		eficiencia martinete																			
ηB		1		corrección diámetro																			
ηs		1		corrección muestreador																			
ηR		0,75		Corrección long barra																			
Profundidad (m)		NF		Color		Descripción		N15		N30		N45		ε (Nm)		N		N60					
0,10						SUELO ORGÁNICO																	
0,30						LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		9		9		7				16		9,00					
1,97						LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		15		16		20				36		20,25					
3,47						LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		12		11		14				25		14,06					
4,97						LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		15		19		17				36		20,25					
6,00						LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		20		20		20				40		22,50					
SE FINALIZA EXPLORACIÓN																							

		Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.				Ubicación: GUACHETÁ - CUNDINAMARCA		19/12/2025	
		Orden: 94-12-2025				Ingeniero encargado: Jan Pool Cerquera			
		Número de sondeo: 2				Profundidad alcanzada: 6.00 m			
		Número de muestras recuperadas: 5				Nivel freático:		No se presentó	
Condición		No drenado							
Factores de corrección									
ηh	45	eficiencia martinete							
ηB	1	corrección diámetro							
ηs	1	corrección muestreador							
ηR	0,75	Corrección long barra							
Profundidad (m)	Nº	Color	Descripción	N15	N30	N45	N	N60	
0,10			SUELO ORGÁNICO						
0,42			LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	10	15	16	31	17,44	
2,35			LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	18	20	38	21,38	
3,85			LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	12	11	14	25	14,06	
5,35			LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	19	17	36	20,25	
6,00			LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	20	20	20	40	22,50	
SE FINALIZA EXPLORACIÓN									

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

1

Profundidad:

0.10-0.30 m

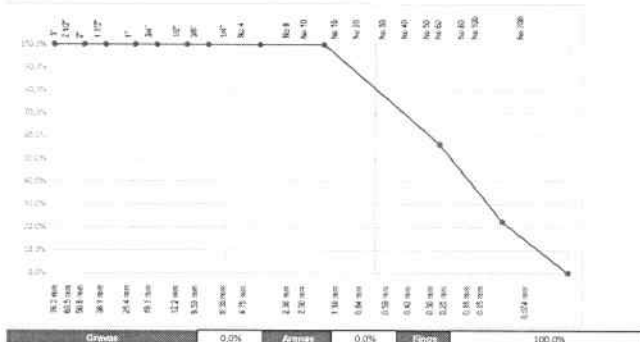
Fecha de ensayo

22/12/2025

LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	22	16
Recipiente	31	44	53
P1(gr) Recipiente	9,25	9,25	8,5
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,32	13,58	13,02
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,12	12,52	11,84
Peso suelo humedo(gr)	5,07	4,33	4,52
Suelo seco (gr)	3,87	3,27	3,34
Peso agua(gr)	1,2	1,06	1,18
Humedad	31,01%	32,42%	35,33%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	2	10
P1(gr) Recipiente	5,79	5,85
P2(gr) recipiente+suelo humedo	9,51	10,28
P3(gr) recipiente+suelo seco	8,85	9,45
Peso suelo humedo(gr)	3,72	4,43
Suelo seco (gr)	3,06	3,6
Peso agua(gr)	0,66	0,83
Humedad	21,57%	23,06%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	82
P1(gr)	94,53
P2(gr)	394,1
P3(gr)	325,08
Peso suelo humedo(gr)	299,57
Suelo seco (gr)	230,55
Peso agua(gr)	69,02
Humedad	29,94%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g				
230,55				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
2"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
1 1/2"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
1"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
3/4"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
1/2"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
3/8"	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
No 4	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
10	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
40	100,58	43,6%	43,6%	56,4%
80	77,982	33,8%	77,5%	22,5%
200	51,988	22,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	230,55	100,0%		



Humedad %	29,94%
Límite líquido (LL)	31,0%
Límite plástico (LP)	22,3%
Índice de plasticidad (IP)	8,7%
Índice de consistencia (IC)	0,124
Índice de liquidez (IL)	0,88

$$y = -0,0048x + 0,4302$$

$$R^2 = 0,9999$$

Clasificación ASTM		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto,

Muestra No

2

Profundidad:

0.30-1.97 m

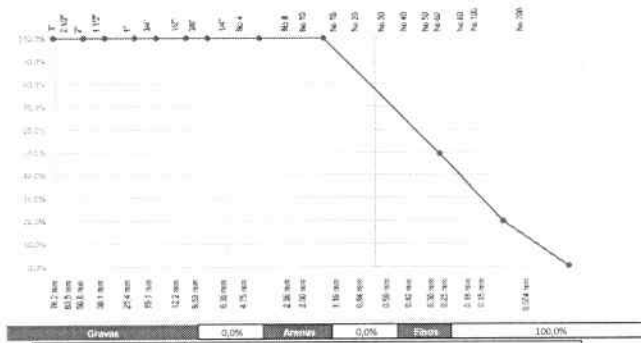
Fecha de ensayo

22/12/2025

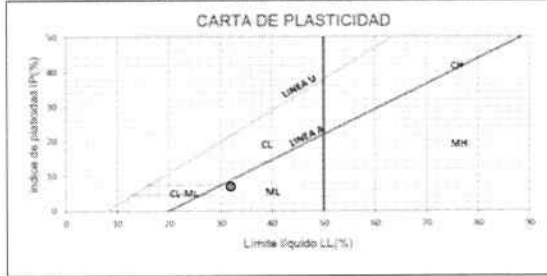
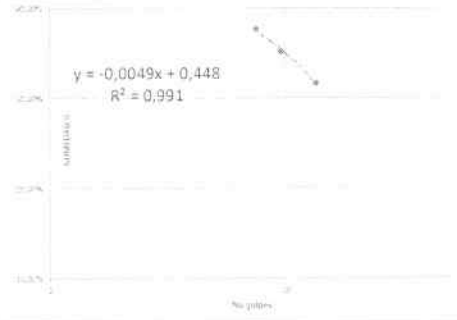
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	27	19	15
Recipiente	31	42	50
P1(gr) Recipiente	9,25	9,04	8,92
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,28	13,96	13,05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,07	12,68	11,92
Peso suelo humedo(gr)	5,03	4,92	4,13
Suelo seco (gr)	3,82	3,64	3
Peso agua(gr)	1,21	1,28	1,13
Humedad	31,68%	35,16%	37,67%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	20	24
P1(gr) Recipiente	5,74	5,53
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12,05	12,05
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,81	10,72
Peso suelo humedo(gr)	6,31	6,52
Suelo seco (gr)	5,07	5,19
Peso agua(gr)	1,24	1,33
Humedad	24,46%	25,63%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	66
P1(gr)	78,57
P2(gr)	315,27
P3(gr)	267,56
Peso suelo humedo(gr)	236,7
Suelo seco (gr)	188,99
Peso agua(gr)	47,71
Humedad	25,24%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NEC 1522)				
Tamaño	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	95,63	50,6%	50,6%	49,4%
80	56,016	29,6%	80,2%	19,8%
200	17,344	19,8%	100,0%	0,0%
Fondo	188,99	100,0%		



Humedad %	25,24%
Límite líquido (LL)	32,6%
Límite plástico (LP)	25,0%
Índice de plasticidad (IP)	7,5%
Índice de consistencia (IC)	0,973
Índice de liquidez (IL)	0,03

Clasificación ASTHO	A-5	IG
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ: NEISON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ: ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

3

Profundidad:

1.97-3.47 m

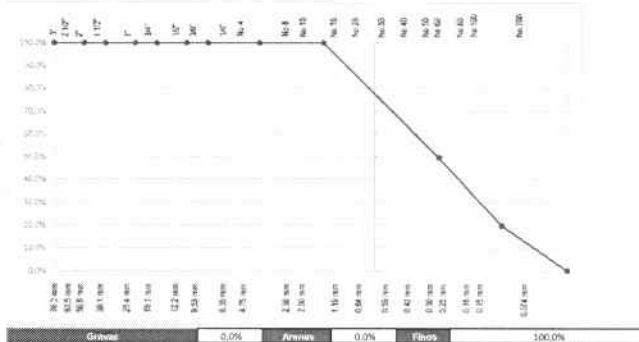
Fecha de ensayo

22/12/2025

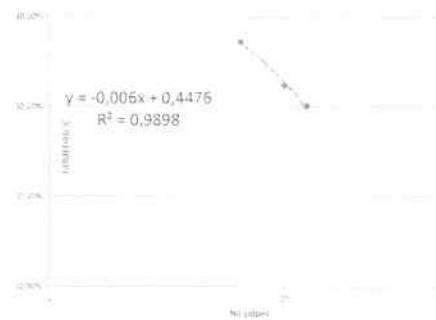
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	20	13
Recipiente	50	41	45
P1(gr) Recipiente	8,92	9,12	8,73
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,42	13,62	13,05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,15	12,52	11,88
Peso suelo humedo(gr)	5,5	4,5	4,32
Suelo seco (gr)	4,23	3,4	3,15
Peso agua(gr)	1,27	1,1	1,17
Humedad	30,02%	32,35%	37,14%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	18	25
P1(gr) Recipiente	5,38	5,64
P2(gr) recipiente+suelo humedo	11,89	11,98
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,62	10,75
Peso suelo humedo(gr)	6,51	6,34
Suelo seco (gr)	5,24	5,11
Peso agua(gr)	1,27	1,23
Humedad	24,24%	24,07%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	68
P1(gr)	78,17
P2(gr)	324,41
P3(gr)	267,56
Peso suelo humedo(gr)	246,24
Suelo seco (gr)	189,39
Peso agua(gr)	56,85
Humedad	30,02%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1532 (NTC 1532)				
PESO INICIAL g.				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	95.63	50.5%	50.5%	49.5%
80	56.756	29.7%	80.2%	19.8%
200	37.504	19.8%	100.0%	0.0%
Fondo	189.39	100.0%		



Humedad %	30,02%
Límite líquido (LL)	29,8%
Límite plástico (LP)	24,2%
Índice de plasticidad (IP)	5,6%
Índice de consistencia (IC)	-0,046
Índice de liquidez (IL)	1,05

Clasificación	
ASTHO	A-5
USCS	ML

OBSERVACIONES:

LABORIO:

NELSON PARDO GONZALEZ
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante:

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación:

SONDEO 1

Objeto de proyecto:

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No:

4

Profundidad:

3.47-4.970 m

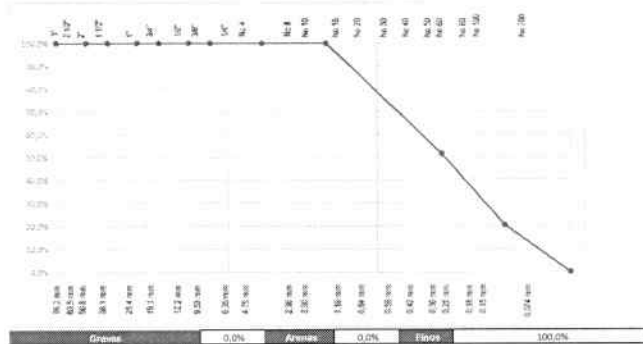
Fecha de ensayo:

22/12/2025

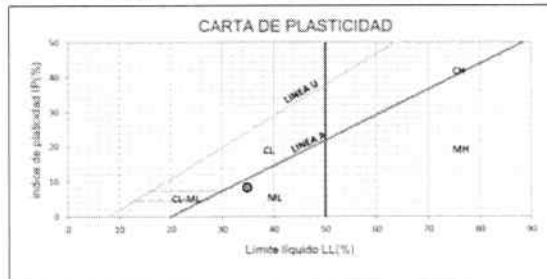
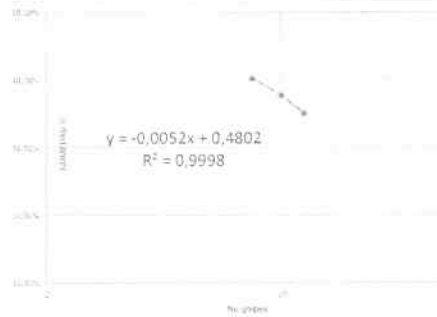
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	20	15
Recipiente	32	41	51
P1(gr) Recipiente	9,69	9,12	8,72
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,32	13,8	13,15
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,12	12,52	11,88
Peso suelo humedo(gr)	4,63	4,68	4,43
Suelo seco (gr)	3,43	3,4	3,16
Peso agua(gr)	1,2	1,28	1,27
Humedad	34,99%	37,65%	40,19%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	10	8
P1(gr) Recipiente	5,85	5,35
P2(gr) recipiente+suelo humedo	11,71	13,41
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,53	11,75
Peso suelo humedo(gr)	5,86	8,06
Suelo seco (gr)	4,68	6,4
Peso agua(gr)	1,18	1,66
Humedad	25,21%	25,94%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	96
P1(gr)	94,57
P2(gr)	377,04
P3(gr)	312,48
Peso suelo humedo(gr)	282,47
Suelo seco (gr)	217,91
Peso agua(gr)	64,56
Humedad	29,63%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		217,91		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	105,23	48,3%	48,3%	51,7%
80	67,608	31,0%	79,3%	20,7%
200	45,072	20,7%	100,0%	0,0%
Fondo	217,91	100,0%		



Humedad %	29,63%
Limite líquido (LL)	35,0%
Limite plástico (LP)	25,6%
Índice de plasticidad (IP)	9,4%
Índice de consistencia (IC)	0,571
Índice de liquidez (IL)	0,43

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PANDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel.3115460884

Email: tratztotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

5

Profundidad:

4.97-6.00 m

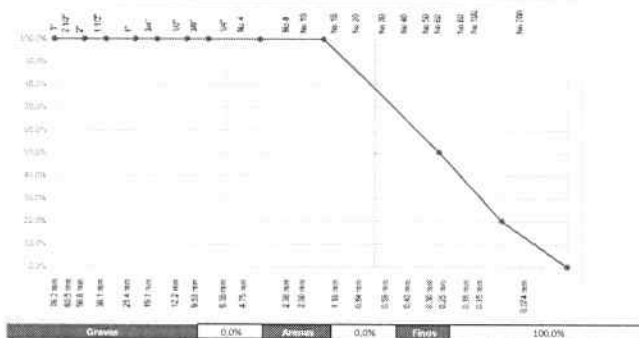
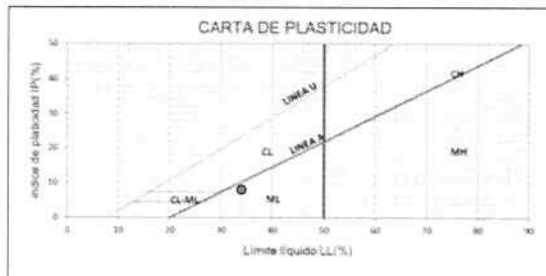
Fecha de ensayo

22/12/2025

LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	40	35	12
Recipiente	32	34	45
P1(gr) Recipiente	9.69	9.17	8.73
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14.22	22.18	25.28
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.21	19.05	20.61
Peso suelo humedo(gr)	4.53	13.01	16.55
Suelo seco (gr)	3.52	9.88	11.88
Peso agua(gr)	1.01	3.13	4.67
Humedad	28.69%	31.68%	39.31%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	14	10
P1(gr) Recipiente	5.51	5.85
P2(gr) recipiente+suelo humedo	11.16	11.18
P3(gr) recipiente+suelo seco	9.99	10.05
Peso suelo humedo(gr)	5.65	5.33
Suelo seco (gr)	4.48	4.2
Peso agua(gr)	1.17	1.13
Humedad	26.12%	26.90%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	101
P1(gr)	94.57
P2(gr)	338.58
P3(gr)	286.36
Peso suelo humedo(gr)	244.01
Suelo seco (gr)	191.79
Peso agua(gr)	52.22
Humedad	27.23%



Humedad %	27.23%
Límite líquido (LL)	34.8%
Límite plástico (LP)	26.5%
Índice de plasticidad (IP)	8.3%
Índice de consistencia (IC)	0.913
Índice de liquidez (IL)	0.09

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	95.03	49.5%	49.5%	50.5%
80	38.056	20.2%	79.8%	20.2%
200	38.704	20.2%	100.0%	0.0%
Fondo	191.79	100.0%		



Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONEDO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Guachetá Alto.

Muestra No

1

Profundidad:

0,10-0,42 m

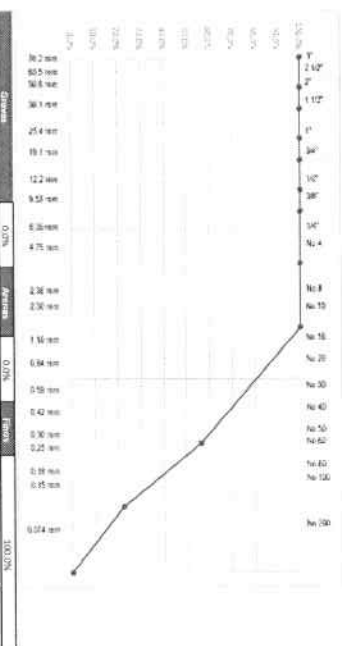
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO RTTC 1.994 (ASTM D 4318)				
No. De golpes	31	20	15	
Reciente	31	42	51	
P ₁ (gr) Reciente	9.25	9.04	8.72	
P ₂ (gr) reciente+suelo húmedo	14.17	13.89	13.01	
P ₃ (gr) reciente+suelo seco	13.01	12.62	11.82	
Peso suelo húmedo (gr)	4.92	4.85	4.29	
Suelo seco (gr)	3.76	3.58	3.1	
Peso agua (gr)	1.16	1.27	1.19	
Humedad	30.85%	35.47%	38.39%	

LÍMITE PLÁSTICO RTTC 1.993 (ASTM D 4318)				
Reciente	9	11		
P ₁ (gr) Reciente	5.56	5.64		
P ₂ (gr) reciente+suelo húmedo	14.96	12.56		
P ₃ (gr) reciente+suelo seco	13.15	11.12		
Peso suelo húmedo (gr)	9.4	6.92		
Suelo seco (gr)	7.59	5.48		
Peso agua (gr)	1.81	1.44		
Humedad	23.85%	26.28%		

HUMEDAD NATURAL RTTC 1.995 (ASTM D 4318)				
Reciente			88	
P ₁ (gr)			94.57	
P ₂ (gr)			385.54	
P ₃ (gr)			375.08	
Peso suelo húmedo (gr)			290.97	
Suelo seco (gr)			230.51	
Peso agua (gr)			60.46	
Humedad			26.23%	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NCS 157 (HCS 57)				
PESO LÍQUIDA S				
Tamaño No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasado
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1.5"		0.0%	0.0%	100.0%
1.18"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
5/16"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4"		0.0%	0.0%	100.0%
3/16"		0.0%	0.0%	100.0%
1/8"		0.0%	0.0%	100.0%
3/32"		0.0%	0.0%	100.0%
1/16"		0.0%	0.0%	100.0%
3/64"		0.0%	0.0%	100.0%
1/32"		0.0%	0.0%	100.0%
3/128"		0.0%	0.0%	100.0%
1/64"		0.0%	0.0%	100.0%
3/256"		0.0%	0.0%	100.0%
1/128"		0.0%	0.0%	100.0%
3/512"		0.0%	0.0%	100.0%
1/256"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1024"		0.0%	0.0%	100.0%
1/512"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2048"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1024"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4096"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2048"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8192"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4096"		0.0%	0.0%	100.0%
3/16384"		0.0%	0.0%	100.0%
1/8192"		0.0%	0.0%	100.0%
3/32768"		0.0%	0.0%	100.0%
1/16384"		0.0%	0.0%	100.0%
3/65536"		0.0%	0.0%	100.0%
1/32768"		0.0%	0.0%	100.0%
3/131072"		0.0%	0.0%	100.0%
1/65536"		0.0%	0.0%	100.0%
3/262144"		0.0%	0.0%	100.0%
1/131072"		0.0%	0.0%	100.0%
3/524288"		0.0%	0.0%	100.0%
1/262144"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1048576"		0.0%	0.0%	100.0%
1/524288"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2097152"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1048576"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4194304"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2097152"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8388608"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4194304"		0.0%	0.0%	100.0%
3/16777216"		0.0%	0.0%	100.0%
1/8388608"		0.0%	0.0%	100.0%
3/33554432"		0.0%	0.0%	100.0%
1/16777216"		0.0%	0.0%	100.0%
3/67108864"		0.0%	0.0%	100.0%
1/33554432"		0.0%	0.0%	100.0%
3/134217728"		0.0%	0.0%	100.0%
1/67108864"		0.0%	0.0%	100.0%
3/268435456"		0.0%	0.0%	100.0%
1/134217728"		0.0%	0.0%	100.0%
3/536870912"		0.0%	0.0%	100.0%
1/268435456"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1073741824"		0.0%	0.0%	100.0%
1/536870912"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2147483648"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1073741824"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4294967296"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2147483648"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8589934592"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4294967296"		0.0%	0.0%	100.0%
3/17179869184"		0.0%	0.0%	100.0%
1/8589934592"		0.0%	0.0%	100.0%
3/34359738368"		0.0%	0.0%	100.0%
1/17179869184"		0.0%	0.0%	100.0%
3/68719476736"		0.0%	0.0%	100.0%
1/34359738368"		0.0%	0.0%	100.0%
3/137438953472"		0.0%	0.0%	100.0%
1/68719476736"		0.0%	0.0%	100.0%
3/274877906944"		0.0%	0.0%	100.0%
1/137438953472"		0.0%	0.0%	100.0%
3/549755813888"		0.0%	0.0%	100.0%
1/274877906944"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1099511627776"		0.0%	0.0%	100.0%
1/549755813888"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2199023255552"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1099511627776"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4398046511104"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2199023255552"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8796093022208"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4398046511104"		0.0%	0.0%	100.0%
3/17592186044416"		0.0%	0.0%	100.0%
1/8796093022208"		0.0%	0.0%	100.0%
3/35184372088832"		0.0%	0.0%	100.0%
1/17592186044416"		0.0%	0.0%	100.0%
3/70368744177664"		0.0%	0.0%	100.0%
1/35184372088832"		0.0%	0.0%	100.0%
3/140737488355328"		0.0%	0.0%	100.0%
1/70368744177664"		0.0%	0.0%	100.0%
3/281474976710656"		0.0%	0.0%	100.0%
1/140737488355328"		0.0%	0.0%	100.0%
3/562949953421312"		0.0%	0.0%	100.0%
1/281474976710656"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1125899906842624"		0.0%	0.0%	100.0%
1/562949953421312"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2251799813685248"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1125899906842624"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4503599627370496"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2251799813685248"		0.0%	0.0%	100.0%
3/9007199254740992"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4503599627370496"		0.0%	0.0%	100.0%
3/18014398509481984"		0.0%	0.0%	100.0%
1/9007199254740992"		0.0%	0.0%	100.0%
3/36028797018963968"		0.0%	0.0%	100.0%
1/18014398509481984"		0.0%	0.0%	100.0%
3/72057594037927936"		0.0%	0.0%	100.0%
1/36028797018963968"		0.0%	0.0%	100.0%
3/144115188075855872"		0.0%	0.0%	100.0%
1/72057594037927936"		0.0%	0.0%	100.0%
3/288230376151711744"		0.0%	0.0%	100.0%
1/144115188075855872"		0.0%	0.0%	100.0%
3/576460752303423488"		0.0%	0.0%	100.0%
1/288230376151711744"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1152921504606846976"		0.0%	0.0%	100.0%
1/576460752303423488"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2305843009213693952"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1152921504606846976"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4611686018427387904"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2305843009213693952"		0.0%	0.0%	100.0%
3/9223372036854775808"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4611686018427387904"		0.0%	0.0%	100.0%
3/18446744073709551616"		0.0%	0.0%	100.0%
1/9223372036854775808"		0.0%	0.0%	100.0%
3/36893488147419103232"		0.0%	0.0%	100.0%
1/18446744073709551616"		0.0%	0.0%	100.0%
3/73786976294838206464"		0.0%	0.0%	100.0%
1/36893488147419103232"		0.0%	0.0%	100.0%
3/147573952589676412928"		0.0%	0.0%	100.0%
1/73786976294838206464"		0.0%	0.0%	100.0%
3/295147905179352825856"		0.0%	0.0%	100.0%
1/147573952589676412928"		0.0%	0.0%	100.0%
3/590295810358705651712"		0.0%	0.0%	100.0%
1/295147905179352825856"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1180591620717411303424"		0.0%	0.0%	100.0%
1/590295810358705651712"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2361183241434822606848"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1180591620717411303424"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4722366482869645213696"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2361183241434822606848"		0.0%	0.0%	100.0%
3/9444732965739290427392"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4722366482869645213696"		0.0%	0.0%	100.0%
3/18889465931478580854784"		0.0%	0.0%	100.0%
1/9444732965739290427392"		0.0%	0.0%	100.0%
3/37778931862957161709568"		0.0%	0.0%	100.0%
1/18889465931478580854784"		0.0%	0.0%	100.0%
3/75557863725914323419136"		0.0%	0.0%	100.0%
1/37778931862957161709568"		0.0%	0.0%	100.0%
3/151115727451828646838272"		0.0%	0.0%	100.0%
1/75557863725914323419136"		0.0%	0.0%	100.0%
3/302231454903657293676544"		0.0%	0.0%	100.0%
1/151115727451828646838272"		0.0%	0.0%	100.0%
3/604462909807314587353088"		0.0%	0.0%	100.0%
1/302231454903657293676544"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1208925819614629174706176"		0.0%	0.0%	100.0%
1/604462909807314587353088"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2417851639229258349412352"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1208925819614629174706176"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4835703278458516698824704"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2417851639229258349412352"		0.0%	0.0%	100.0%
3/9671406556917033397649408"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4835703278458516698824704"		0.0%	0.0%	100.0%
3/19342813113834066795298816"		0.0%	0.0%	100.0%
1/9671406556917033397649408"		0.0%	0.0%	100.0%
3/38685626227668133590597632"		0.0%	0.0%	100.0%
1/19342813113834066795298816"		0.0%	0.0%	100.0%
3/77371252455336267181195264"		0.0%	0.0%	100.0%
1/38685626227668133590597632"		0.0%	0.0%	100.0%
3/154742504910672534362390528"		0.0%	0.0%	100.0%
1/77371252455336267181195264"		0.0%	0.0%	100.0%
3/309485009821345068724781056"		0.0%	0.0%	100.0%
1/154742504910672534362390528"		0.0%	0.0%	100.0%
3/618970019642690137449562112"		0.0%	0.0%	100.0%
1/309485009821345068724781056"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1237940039285380274899124224"		0.0%	0.0%	100.0%
1/618970019642690137449562112"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2475880078570760549798248448"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1237940039285380274899124224"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4951760157141521099596496896"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2475880078570760549798248448"		0.0%	0.0%	100.0%
3/9903520314283042199192993792"		0.0%	0.0%	100.0%
1/4951760157141521099596496896"		0.0%	0.0%	100.0%
3/19807040628566084398385987584"		0.0%	0.0%	100.0%
1/9903520314283042199192993792"		0.0%	0.0%	100.0%
3/39614081257132168796771975168"		0.0%	0.0%	100.0%
1/19807040628566084398385987584"		0.0%	0.0%	100.0%
3/79228162514264337593543950336"		0.0%	0.0%	100.0%
1/39614081257132168796771975168"		0.0%	0.0%	100.0%
3/158456325028528675187087900672"		0.0%	0.0%	100.0%
1/79228162514264337593543950336"		0.0%	0.0%	100.0%
3/316912650057057350374175801344"		0.0%	0.0%	100.0%
1/158456325028528675187087900672"		0.0%	0.0%	100.0%
3/633825300114114700748351602688"		0.0%	0.0%	100.0%
1/316912650057057350374175801344"		0.0%	0.0%	100.0%
3/1267650600228229401496703205376"		0.0%	0.0%	100.0%
1/633825300114114700748351602688"		0.0%	0.0%	100.0%
3/2535301200456458802993406410752"		0.0%	0.0%	100.0%
1/1267650600228229401496703205376"		0.0%	0.0%	100.0%
3/5070602400912917605986812821504"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2535301200456458802993406410752"		0.0%	0.0%	100.0%
3/10141204801825835211973625643008"		0.0%	0.0%	100.0%
1/5070602400912917605986812821504"		0.0%	0.0%	100.0%
3/20282409603651670423947251286016"		0.0%	0.0%	100.0%
1/10141204801825835211973625643008"		0.0%	0.0%	100.0%
3/40564819207303340847894502572032"		0.0%	0.0%	100.0%
1/20282409603651670423947251286016"		0.0%	0.0%	100.0%
3/81129638414606681695789005144064"		0.0%	0.0%	100.0%
1/40564819207303340847894502572032"		0.0%	0	



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

2

Profundidad:

0.42-2.35 m

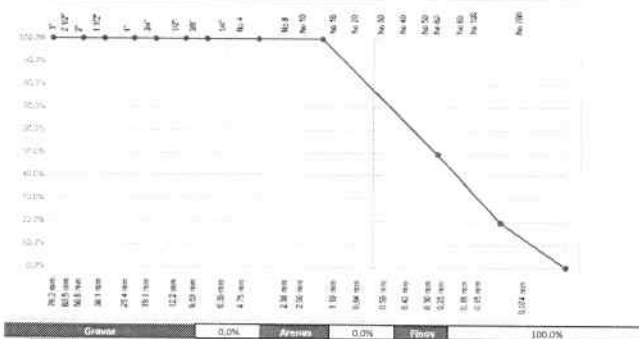
Fecha de ensayo

22/12/2025

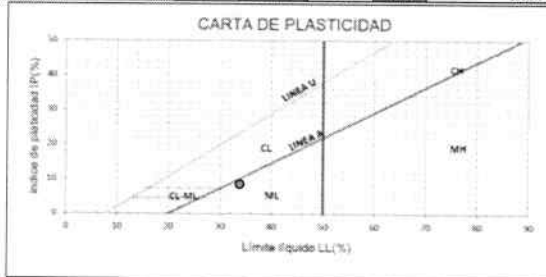
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	30	19	14
Recipiente	58	44	37
P1(gr) Recipiente	8.83	9.25	8.95
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14.36	14.37	14.05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.01	12.99	12.58
Peso suelo húmedo(gr)	5.53	5.12	5.1
Suelo seco (gr)	4.18	3.74	3.63
Peso agua(gr)	1.35	1.38	1.47
Humedad	32.30%	36.90%	40.50%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	8	14
P1(gr) Recipiente	5.35	5.51
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	13.26	12.96
P3(gr) recipiente+suelo seco	11.67	11.47
Peso suelo húmedo(gr)	7.91	7.45
Suelo seco (gr)	6.32	5.96
Peso agua(gr)	1.59	1.49
Humedad	25.16%	25.00%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	68
P1(gr)	78.17
P2(gr)	315.13
P3(gr)	267.56
Peso suelo húmedo(gr)	236.96
Suelo seco (gr)	189.39
Peso agua(gr)	47.57
Humedad	25.12%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)			
PESO INICIAL g		189.39	
Famir No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado
3"	0.0%	0.0%	100.0%
2"	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	0.0%	0.0%	100.0%
1"	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	0.0%	0.0%	100.0%
No 4	0.0%	0.0%	100.0%
10	0.0%	0.0%	100.0%
40	95.63	50.5%	49.5%
80	56.256	29.7%	19.8%
200	17.504	9.2%	10.6%
Fondo	189.39	100.0%	0.0%



Humedad %	25.12%
Límite líquido (LL)	34.5%
Límite plástico (LP)	25.1%
Índice de plasticidad (IP)	9.4%
Índice de consistencia (IC)	0.996
Índice de liquidez (IL)	0.00

Clasificación ASTHO	
A-5	19
Clasificación USCS	
ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto,

Muestra No

3

Profundidad:

2.35-3.85m

Fecha de ensayo

22/12/2025

LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	33	22	15
Recipiente	52	37	33
P1(gr) Recipiente	9,24	8,95	9,09
P2(gr) recipiente+suelo humedo	13,95	14,18	14,31
P3(gr) recipiente+suelo seco	13	12,99	13,02
Peso suelo humedo(gr)	4,71	5,23	5,22
Suelo seco (gr)	3,75	4,04	3,93
Peso agua(gr)	0,95	1,19	1,29
Humedad	25,27%	29,46%	32,82%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5,64	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12,87	11,61
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,46	10,46
Peso suelo humedo(gr)	7,23	5,92
Suelo seco (gr)	5,82	4,77
Peso agua(gr)	1,41	1,15
Humedad	24,23%	24,13%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77,07
P2(gr)	318,09
P3(gr)	267,56
Peso suelo humedo(gr)	241,02
Suelo seco (gr)	190,49
Peso agua(gr)	50,53
Humedad	26,53%

1 1/2" 1 1/4" 3/4" 3/8" 1/4" 3/16" 1/8" 1/16" 1/32" 1/64" 1/128" 1/256" 1/512" 1/1024" 1/2048" 1/4096" 1/8192" 1/16384" 1/32768" 1/65536" 1/131072" 1/262144" 1/524288" 1/1048576" 1/2097152" 1/4194304" 1/8388608" 1/16777216" 1/33554432" 1/67108864" 1/134217728" 1/268435456" 1/536870912" 1/1073741824" 1/2147483648" 1/4294967296" 1/8589934592" 1/17179869184" 1/34359738368" 1/68719476736" 1/137438953472" 1/274877906944" 1/549755813888" 1/1099511627776" 1/2199023255552" 1/4398046511104" 1/8796093022208" 1/17592186044416" 1/35184372088832" 1/70368744177664" 1/140737488355328" 1/281474976710656" 1/562949953421312" 1/1125899906842624" 1/2251799813685248" 1/4503599627370496" 1/9007199254740992" 1/18014398509481984" 1/36028797018963968" 1/72057594037927936" 1/144115188075855872" 1/288230376151711744" 1/576460752303423488" 1/1152921504606846976" 1/2305843009213693952" 1/4611686018427387904" 1/9223372036854775808" 1/18446744073709551616" 1/36893488147419103232" 1/73786976294838206464" 1/147573952589676412928" 1/295147905179352825856" 1/590295810358705651712" 1/1180591620717411303424" 1/2361183241434822606848" 1/4722366482869645213696" 1/9444732965739290427392" 1/18889465931478580854784" 1/37778931862957161709568" 1/75557863725914323419136" 1/151115727451828646838272" 1/302231454903657293676544" 1/604462909807314587353088" 1/1208925819614629174706176" 1/2417851639229258349412352" 1/4835703278458516698824704" 1/9671406556917033397649408" 1/19342813113834066795298816" 1/38685626227668133590597632" 1/77371252455336267181195264" 1/154742504910672534362390528" 1/309485009821345068724781056" 1/618970019642690137449562112" 1/1237940039285380274899124224" 1/2475880078570760549798248448" 1/4951760157141521099596496896" 1/9903520314283042199192993792" 1/19807040628566084398385987584" 1/39614081257132168796771975168" 1/79228162514264337593543950336" 1/158456325028528675187087900672" 1/316912650057057350374175801344" 1/633825300114114700748351602688" 1/1267650600228229401496703205376" 1/2535301200456458802993406410752" 1/5070602400912917605986812821504" 1/10141204801825835211973625643008" 1/20282409603651670423947251286016" 1/40564819207303340847894502572032" 1/81129638414606681695789005144064" 1/162259276829213363391578010288128" 1/324518553658426726783156020576256" 1/649037107316853453566312041152512" 1/1298074214633706907132624082305024" 1/2596148429267413814265248164610048" 1/5192296858534827628530496329220096" 1/10384593717069655257060992658440192" 1/20769187434139310514121985316880384" 1/41538374868278621028243970633760768" 1/83076749736557242056487941267521536" 1/166153499473114484112975882535043072" 1/332306998946228968225951765070086144" 1/664613997892457936451903530140172288" 1/1329227995784915872903807060280344576" 1/2658455991569831745807614120560689152" 1/5316911983139663491615228241121378304" 1/10633823966279326983230456482242756608" 1/21267647932558653966460912964485513216" 1/42535295865117307932921825928971026432" 1/85070591730234615865843651857942052864" 1/170141183460469231731687303715884105728" 1/340282366920938463463374607431768211456" 1/680564733841876926926749214863536422912" 1/1361129467683753853853498429727072845824" 1/2722258935367507707706996859454145691648" 1/5444517870735015415413993718908291383296" 1/10889035741470030830827987437816582766592" 1/21778071482940061661655974875633165533184" 1/43556142965880123323311949751266331066368" 1/87112285931760246646623899502532662132736" 1/174224571863520493293247799005065324265472" 1/348449143727040986586495598010130648530944" 1/696898287454081973172991196020261297061888" 1/1393796574908163946345982392040522594123776" 1/2787593149816327892691964784081045188247552" 1/5575186299632655785383929568162090376495104" 1/11150372599265311570767859136324180752990208" 1/22300745198530623141535718272648361505980416" 1/44601490397061246283071436545296723011960832" 1/89202980794122492566142873090593446023921664" 1/178405961588244985132285746181186892047843328" 1/356811923176489970264571492362373784095686656" 1/713623846352979940529142984724747568191373312" 1/1427247692705959881058285969449495136382746624" 1/2854495385411919762116571938898990272765493248" 1/5708990770823839524233143877797980545530986496" 1/11417981541647679048466287755595961091061972992" 1/22835963083295358096932575511191922182123945984" 1/45671926166590716193865151022383844364247891968" 1/91343852333181432387730302044767688728495783936" 1/182687704666362864775460604089535377456991567872" 1/365375409332725729550921208179070754913983135744" 1/730750818665451459101842416358141509827966271488" 1/1461501637330902918203684832716283019655932542976" 1/2923003274661805836407369665432566039311865085952" 1/5846006549323611672814739330865132078623730171904" 1/11692013098647223345629478661730264157247460343808" 1/23384026197294446691258957323460528314494920687616" 1/46768052394588893382517914646921056628989841375232" 1/93536104789177786765035829293842113257979682750464" 1/187072209578355573530071658587684226515959365500928" 1/374144419156711147060143317175368453031918731001856" 1/748288838313422294120286634350736906063837462003712" 1/1496577676626844588240573268701473812127674924007424" 1/2993155353253689176481146537402947624255349848014848" 1/5986310706507378352962293074805895248510699696029696" 1/11972621413014756705924586149611790497021399392059392" 1/23945242826029513411849172299223580994042798784118784" 1/47890485652059026823698344598447161988085597568237568" 1/95780971304118053647396689196894323976171195136475136" 1/191561942608236107294793378393788647952342390272950272" 1/383123885216472214589586756787577295904684780545900544" 1/766247770432944429179173513575154591809369561091801088" 1/1532495540865888858358347027150309183618739122183602176" 1/3064991081731777716716694054300618367237478244367204352" 1/6129982163463555433433388108601236734474956488734408704" 1/12259964326927110866866776217202473468949912977468817408" 1/24519928653854221733733552434404946937899825954937634816" 1/49039857307708443467467104868809893875799651909875269632" 1/98079714615416886934934209737619787751599303819750539264" 1/196159429230833773869868419475239575503198607639501078528" 1/392318858461667547739736838950479151006397215279002157056" 1/784637716923335095479473677900958302012794430558004314112" 1/1569275433846670190958947355801916604025588861116008628224" 1/3138550867693340381917894711603833208051177722232017256448" 1/6277101735386680763835789423207666416102355444464034512896" 1/12554203470773361527671578846415332832204710888928069025792" 1/25108406941546723055343157692830665664409421777856138051584" 1/50216813883093446110686315385661331328818843555712276103168" 1/100433627766186892221372630771322662657637687111424552206336" 1/200867255532373784442745261542645325315275374222849104412672" 1/401734511064747568885490523085290650630550748445698208825344" 1/803469022129495137770981046170581301261101496891396417650688" 1/1606938044258990275541962092341162602522202993782792835301376" 1/3213876088517980551083924184682325205044405987565585670602752" 1/6427752177035961102167848369364650410088811975131171341205504" 1/12855504354071922204335696738729300820177623950262342682411008" 1/25711008708143844408671393477458601640355247900524685364822016" 1/51422017416287688817342786954917203280710495801049370729644032" 1/102844034832575377634685573909834406561420991602098741459288064" 1/205688069665150755269371147819668813122841983204197482918576128" 1/411376139330301510538742295639337626245683966408394965837152256" 1/822752278660603021077484591278675252491367932816789931674304512" 1/1645504557321206042154969182557350504982735865633579863348609024" 1/3291009114642412084309938365114701009965471731267159726697218048" 1/6582018229284824168619876730229402019930943462534319453394436096" 1/13164036458569648337239753460458804039861886925068638906788872192" 1/26328072917139296674479506920917608079723773850137277813577744384" 1/52656145834278593348959013841835216159447547700274555627155488768" 1/105312291668557186697918027683670432318895095400549111254310975536" 1/210624583337114373395836055367340864637790190801098222508621951072" 1/421249166674228746791672110734681729275580381602196445017243902144" 1/842498333348457493583344221469363458551160763204392890034487804288" 1/1684996666896914987166688442938726917102321526408785780068975608576" 1/3369993333793829974333376885877453834204643052817571560137951217152" 1/6739986667587659948666753771754907668409286105635143120275902434304" 1/13479973335175319897333507543509815336818572211270286240551804868608" 1/26959946670350639794667015087019630673637144422540572481103609737216" 1/53919893340701279589334030174039261347274288845081144962207219474432" 1/107839786681402559178668060348078522694548577690162289924414439548864" 1/215679573362805118357336120696157045389097155380324579848828879097728" 1/431359146725610236714672241392314090778194310760649159697657758195456" 1/862718293451220473429344482784628181556388621521298319395315516390912" 1/1725436586902440946858688965569256363112777243042596638790631032781824" 1/3450873173804881893717377931138512726225554486085193277581262065563648" 1/6901746347609763787434755862277025452451108972170386555162524131127296" 1/13803492695219527574869511724554050904902217944340773110325048262254592" 1/27606985390439055149739023449108101809804435888681546220650096524509184" 1/55213970780878110299478046898216203619608871777363092441300193049018368" 1/110427941561756220598956093796432407239217743554726184882600386098036736" 1/220855883123512441197912187592864814478435487109452369765200772196073472" 1/441711766247024882395824375185729628956870974218904739530401544392146944" 1/883423532494049764791648750371459257913741948437809479060803088784293888" 1/1766847064988099529583297500742918515827483896875618958121606177568587776" 1/3533694129976199059166595001485837031654967793751237916243212355137175552" 1/7067388259952398118333190002971674063309935587502475832486424710274351104" 1/14134776519904796236666380005943348126619871175004951664972849420548702208" 1/28269553039809592473332760011886696253239742350009903329945698841097404416" 1/56539106079619184946665520023773392506479484700019806659891397682194808832" 1/113078212159238369893331040047546785012958969400039613319782795364389617664" 1/226156424318476739786662080095093570025917938800079226639565590728779235328" 1/452312848636953479573324160190187140051835877600158453279131181457558470656" 1/904625697273906959146648320380374280103671755200316906558262362915116941312" 1/1809251394547813918293296640760748560207343510400633813116524725830233882624" 1/3618502789095627836586593281521497120414687020801267626233049451660467765248" 1/7237005578191



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante:

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación:

SONDEO 2

Objeto de proyecto:

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No:

4

Profundidad:

3.85-5.35 m

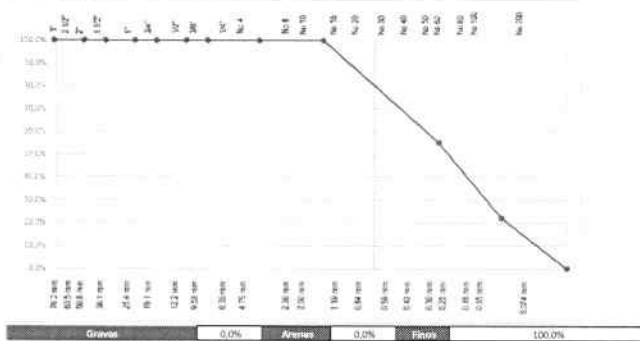
Fecha de ensayo:

22/12/2025

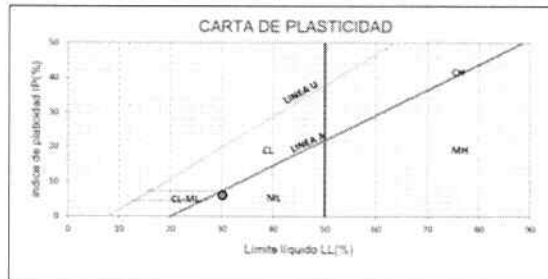
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	32	20	12
Recipiente	55	34	33
P1(gr) Recipiente	8,99	9,17	9,09
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,06	14,28	14,58
P3(gr) recipiente+suelo seco	13	12,99	13,02
Peso suelo humedo(gr)	5,07	5,11	5,49
Suelo seco (gr)	4,01	3,82	3,93
Peso agua(gr)	1,06	1,29	1,56
Humedad	26,43%	33,77%	39,69%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5,64	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12,86	11,65
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,46	10,46
Peso suelo humedo(gr)	7,22	5,96
Suelo seco (gr)	5,82	4,77
Peso agua(gr)	1,4	1,19
Humedad	24,05%	24,95%

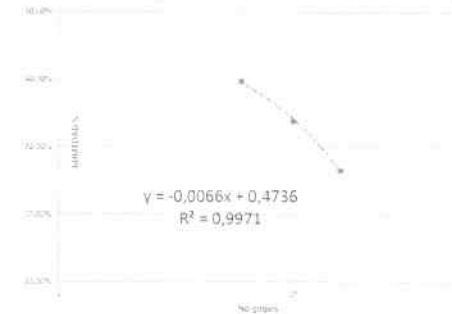
HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77,07
P2(gr)	365,58
P3(gr)	312,48
Peso suelo humedo(gr)	288,51
Suelo seco (gr)	235,41
Peso agua(gr)	53,1
Humedad	22,56%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTE 1527)				
PESO INICIAL g		235,41		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	105,23	44.7%	44.7%	55.3%
80	78,108	33.2%	77.9%	22.1%
200	52,072	22.1%	100.0%	0.0%
Fondo	235,41	100.0%		



Humedad %	22,56%
Límite líquido (LL)	30,9%
Límite plástico (LP)	24,5%
Índice de plasticidad (IP)	6,4%
Índice de consistencia (IC)	1,306
Índice de liquidez (IL)	-0,31



Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. IAN POOL CERQUERA
MT 23100-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzo tecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca. Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

5

Profundidad:

5.35-6.00 m

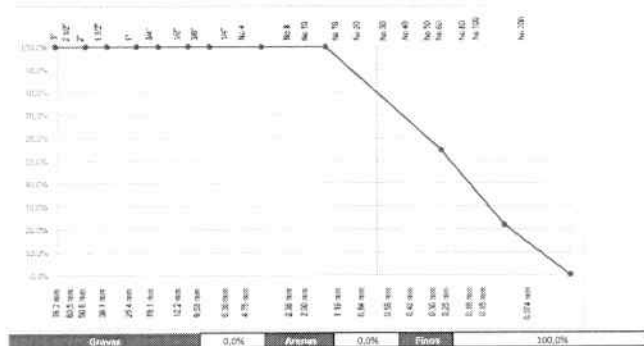
Fecha de ensayo

22/12/2025

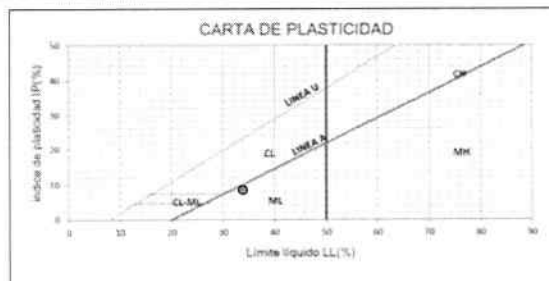
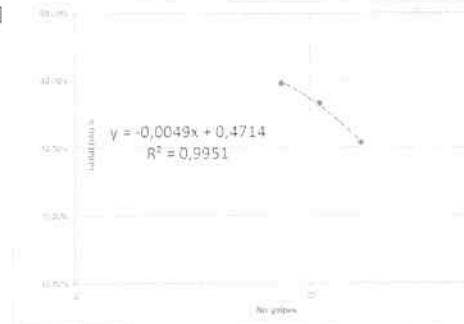
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	33	22	15
Recipiente	51	36	32
P1(gr) Recipiente	8,72	9,34	9,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,42	14,41	14,42
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,08	13,05	13,08
Peso suelo humedo(gr)	5,7	5,07	4,73
Suelo seco (gr)	4,36	3,71	3,39
Peso agua(gr)	1,34	1,36	1,34
Humedad	30,73%	36,66%	39,53%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5,64	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	13,05	11,72
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,46	10,46
Peso suelo humedo(gr)	7,41	6,03
Suelo seco (gr)	5,82	4,77
Peso agua(gr)	1,59	1,26
Humedad	27,32%	26,42%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77,07
P2(gr)	341,88
P3(gr)	286,36
Peso suelo humedo(gr)	264,81
Suelo seco (gr)	209,29
Peso agua(gr)	55,52
Humedad	26,53%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1532 (NTC 1537)				
PESO INICIAL g		209,29		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	95,03	45,4%	45,4%	54,6%
80	68,556	32,8%	78,2%	21,8%
200	45,704	21,8%	100,0%	0,0%
Fondo:	209,29	100,0%		



Humedad %	26,53%
Límite líquido (LL)	34,9%
Límite plástico (LP)	26,9%
Índice de plasticidad (IP)	8,0%
Índice de consistencia (IC)	1,042
Índice de liquidez (IL)	-0,04

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. IAN POOL CERQUERA
MT 25200-333372 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chio Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnica@gmail.com

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07				
Proyecto:	Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ- CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1
Profundidad:	0.10-0.30 m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	22/12/2025	
Peso humedo 1 (gr)	565,01	Altura del cilindro (cm)		15		
Peso humedo 2 (gr)	565,02					
Peso humedo 3 (gr)	565,01					
Peso humedo prom. (gr)	565,01					
Diametro 1 (cm)	5					
Diametro 2 (cm)	5					
Diametro 3 (cm)	5					
Diametro prom. (cm)	5,00					
PESO UNITARIO ISRM 07						
Volumen(cm3)			294,52			
γ t (gr/cm3)			<u>1,918</u>			
γ t (tn/m3)			1,92			
W humedad (%)			29,9%			
γ d (gr/cm3)			<u>1,476</u>			
γ d (tn/m3)			1,476			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 			

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07				
Proyecto:	Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ- CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1
Profundidad:	0.30-1.97 m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	22/12/2025	
Peso humedo 1 (gr)	550,01	Altura del cilindro (cm)		15		
Peso humedo 2 (gr)	550,02					
Peso humedo 3 (gr)	550,03					
Peso humedo prom. (gr)	550,02					
Diametro 1 (cm)	5					
Diametro 2 (cm)	5					
Diametro 3 (cm)	5					
Diametro prom. (cm)	5,00					
PESO UNITARIO ISRM 07						
Volumen(cm3)			294,52			
γ t (gr/cm3)			<u>1,867</u>			
γ t (tn/m3)			1,87			
W humedad (%)			25,2%			
γ d (gr/cm3)			<u>1,491</u>			
γ d (tn/m3)			1,491			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 			



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1												
Profundidad:	1.97-3.47 m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	22/12/2025												
Peso humedo 1 (gr)	560,15	Altura del cilindro (cm)		15													
Peso humedo 2 (gr)	560,16	<div>PESO UNITARIO ISRM 07</div> <table><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,902</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,90</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>30,0%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,463</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,463</td></tr></table>				Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,902</u>	γ_t (tn/m3)	1,90	W humedad (%)	30,0%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,463</u>	γ_d (tn/m3)	1,463
Volumen(cm3)	294,52																
γ_t (gr/cm3)	<u>1,902</u>																
γ_t (tn/m3)	1,90																
W humedad (%)	30,0%																
γ_d (gr/cm3)	<u>1,463</u>																
γ_d (tn/m3)	1,463																
Peso humedo 3 (gr)	560,17																
Peso humedo prom. (gr)	560,16																
Diametro 1 (cm)	5																
Diametro 2 (cm)	5																
Diametro 3 (cm)	5																
Diametro prom. (cm)	5,00																
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND														



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1												
Profundidad:	3.47-4.97 m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	22/12/2025												
Peso humedo 1 (gr)	555,21	Altura del cilindro (cm)		15													
Peso humedo 2 (gr)	555,2	<div>PESO UNITARIO ISRM 07</div> <table><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,885</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,89</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>29,6%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,454</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,454</td></tr></table>				Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ_t (tn/m3)	1,89	W humedad (%)	29,6%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,454</u>	γ_d (tn/m3)	1,454
Volumen(cm3)	294,52																
γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																
γ_t (tn/m3)	1,89																
W humedad (%)	29,6%																
γ_d (gr/cm3)	<u>1,454</u>																
γ_d (tn/m3)	1,454																
Peso humedo 3 (gr)	555,22																
Peso humedo prom. (gr)	555,21																
Diametro 1 (cm)	5																
Diametro 2 (cm)	5																
Diametro 3 (cm)	5																
Diametro prom. (cm)	5,00																
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND														



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1														
Profundidad:	4.97-6.00 m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Peso humedo 1 (gr)	555,16	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	555,17	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th></tr></thead><tbody><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,885</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,88</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>27,2%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,482</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,482</td></tr></tbody></table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ_t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	27,2%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,482</u>	γ_d (tn/m3)	1,482
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																			
γ_t (tn/m3)	1,88																			
W humedad (%)	27,2%																			
γ_d (gr/cm3)	<u>1,482</u>																			
γ_d (tn/m3)	1,482																			
Peso humedo 3 (gr)	555,12																			
Peso humedo prom. (gr)	555,15																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																						
Profundidad:	0.10-0.42 m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	22/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Peso humedo 1 (gr)</td> <td style="width: 50%;">555</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>555</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>555</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>555</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	555	Peso humedo 2 (gr)	555	Peso humedo 3 (gr)	555	Peso humedo prom. (gr)	555	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Volumen(cm3)</td> <td style="width: 40%;">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,884</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,2%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,493</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,493</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,884</u>	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	26,2%	γ d (gr/cm3)	<u>1,493</u>	γ d (tn/m3)	1,493
Peso humedo 1 (gr)	555																										
Peso humedo 2 (gr)	555																										
Peso humedo 3 (gr)	555																										
Peso humedo prom. (gr)	555																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>1,884</u>																										
γ t (tn/m3)	1,88																										
W humedad (%)	26,2%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,493</u>																										
γ d (tn/m3)	1,493																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Diametro 1 (cm)</td> <td style="width: 50%;">5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Volumen(cm3)</td> <td style="width: 40%;">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,884</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,2%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,493</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,493</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,884</u>	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	26,2%	γ d (gr/cm3)	<u>1,493</u>	γ d (tn/m3)	1,493
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>1,884</u>																										
γ t (tn/m3)	1,88																										
W humedad (%)	26,2%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,493</u>																										
γ d (tn/m3)	1,493																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																								

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																						
Profundidad:	0.42-2.35 m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	22/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Peso humedo 1 (gr)</td> <td style="width: 50%;">555,15</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>555,16</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>555,1</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>555,137</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	555,15	Peso humedo 2 (gr)	555,16	Peso humedo 3 (gr)	555,1	Peso humedo prom. (gr)	555,137	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Volumen(cm3)</td> <td style="width: 40%;">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,885</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,1%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,506</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,506</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	25,1%	γ d (gr/cm3)	<u>1,506</u>	γ d (tn/m3)	1,506
Peso humedo 1 (gr)	555,15																										
Peso humedo 2 (gr)	555,16																										
Peso humedo 3 (gr)	555,1																										
Peso humedo prom. (gr)	555,137																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																										
γ t (tn/m3)	1,88																										
W humedad (%)	25,1%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,506</u>																										
γ d (tn/m3)	1,506																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Diametro 1 (cm)</td> <td style="width: 50%;">5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Volumen(cm3)</td> <td style="width: 40%;">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,885</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,1%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,506</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,506</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	25,1%	γ d (gr/cm3)	<u>1,506</u>	γ d (tn/m3)	1,506
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																										
γ t (tn/m3)	1,88																										
W humedad (%)	25,1%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,506</u>																										
γ d (tn/m3)	1,506																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																								

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																						
Profundidad:	2.35-3.85m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	22/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>552</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	552	Peso humedo 2 (gr)	552	Peso humedo 3 (gr)	552	Peso humedo prom. (gr)	552	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td><u>1,874</u></td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,87</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,5%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td><u>1,481</u></td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,481</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,874</u>	γ_t (tn/m3)	1,87	W humedad (%)	26,5%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,481</u>	γ_d (tn/m3)	1,481
Peso humedo 1 (gr)	552																										
Peso humedo 2 (gr)	552																										
Peso humedo 3 (gr)	552																										
Peso humedo prom. (gr)	552																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ_t (gr/cm3)	<u>1,874</u>																										
γ_t (tn/m3)	1,87																										
W humedad (%)	26,5%																										
γ_d (gr/cm3)	<u>1,481</u>																										
γ_d (tn/m3)	1,481																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td><u>1,874</u></td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,87</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,5%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td><u>1,481</u></td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,481</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,874</u>	γ_t (tn/m3)	1,87	W humedad (%)	26,5%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,481</u>	γ_d (tn/m3)	1,481
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ_t (gr/cm3)	<u>1,874</u>																										
γ_t (tn/m3)	1,87																										
W humedad (%)	26,5%																										
γ_d (gr/cm3)	<u>1,481</u>																										
γ_d (tn/m3)	1,481																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																								

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																						
Profundidad:	3.85-5.35 m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	22/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>558,05</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>558,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>558,06</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>558,047</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	558,05	Peso humedo 2 (gr)	558,03	Peso humedo 3 (gr)	558,06	Peso humedo prom. (gr)	558,047	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td><u>1,895</u></td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,89</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>22,6%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td><u>1,546</u></td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,546</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,895</u>	γ_t (tn/m3)	1,89	W humedad (%)	22,6%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,546</u>	γ_d (tn/m3)	1,546
Peso humedo 1 (gr)	558,05																										
Peso humedo 2 (gr)	558,03																										
Peso humedo 3 (gr)	558,06																										
Peso humedo prom. (gr)	558,047																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ_t (gr/cm3)	<u>1,895</u>																										
γ_t (tn/m3)	1,89																										
W humedad (%)	22,6%																										
γ_d (gr/cm3)	<u>1,546</u>																										
γ_d (tn/m3)	1,546																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td><u>1,895</u></td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,89</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>22,6%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td><u>1,546</u></td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,546</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,895</u>	γ_t (tn/m3)	1,89	W humedad (%)	22,6%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,546</u>	γ_d (tn/m3)	1,546
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ_t (gr/cm3)	<u>1,895</u>																										
γ_t (tn/m3)	1,89																										
W humedad (%)	22,6%																										
γ_d (gr/cm3)	<u>1,546</u>																										
γ_d (tn/m3)	1,546																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																								



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2														
Profundidad:	5.35-6.00 m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	Sondeo 2															
Peso humedo 1 (gr)	553,12	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	553	<table border="1"><tr><th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th></tr><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,878</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,88</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>26,5%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,484</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,484</td></tr></table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,878</u>	γ_t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	26,5%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,484</u>	γ_d (tn/m3)	1,484
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ_t (gr/cm3)	<u>1,878</u>																			
γ_t (tn/m3)	1,88																			
W humedad (%)	26,5%																			
γ_d (gr/cm3)	<u>1,484</u>																			
γ_d (tn/m3)	1,484																			
Peso humedo 3 (gr)	553,14																			
Peso humedo prom. (gr)	553,087																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																	

Ing. Ericson Jan Pool Cerquera Vásquez
C.C. 1.018.459.196 · Matricula profesional COPNIA: 25202-333172 (Vigente)
Ciudad: Bogotá · Dirección: Vereda Tiquiza, Chía (Cund.)
Contacto: 311 546 0884 – 313 805 2044 · Correo: jan_pool_13@hotmail.com

PERFIL

Ingeniero civil con especialización en Pavimentos y Estructuras. Gerente técnico de Suelos J&A S.A.S. desde 2016. Experiencia en estudios de suelos, sondeos (manual y mecánico), ensayos de laboratorio, capacidad portante y asentamientos (NSR-10 Título H), diseño/revisión de pavimentos y estabilidad de taludes.

FORMACIÓN

- Especialización en Ingeniería de Pavimentos – Universidad Católica de Colombia (2017).
- Especialización en Estructuras – Universidad Santo Tomás (2021).
- Ingeniero Civil – Universidad La Gran Colombia (2015).
- Maestría en Estructuras (en curso) – Universidad Militar Nueva Granada (desde 2022).

EXPERIENCIA RECIENTE (selección)

- Suelos J&A S.A.S. – Gerente Técnico (2016–Actual): Elaboración y radicación de estudios de suelos; coordinación de campo y laboratorio; informes para curaduría y planeación; diseño/modelación de pavimentos (INVIAS/IDU). Proyectos representativos: múltiples estudios en Chía y Bogotá.
- Geoandina – Ingeniero Auxiliar (6 meses): sísmica, tomografía e informes.
- MYR Ingeniería – Ingeniero Auxiliar (5 meses): hidrología, alcantarillado y acueducto (Sewer/WaterGEMS).
- HJ Ingenieros Civiles – Residente (4 meses): urbanismo e hidráulica.

SOFTWARE

BSA-PPCA, VISAR, CEDEM; SewerGEMS / WaterGEMS; MS Project; ArcGIS.

PUBLICACIONES (selección)

- Evaluation of variation of resistance of a mix asphalt MDC-19...
- Determinación de parámetros dinámicos...

SOPORTE DOCUMENTAL

Certificado COPNIA vigente y sin antecedentes (se anexa cuando se requiera).

Fecha: 26/08/2025

Firma del Ingeniero

Jan Pool Cerquera
25202-333172 CND
Ingeniero Civil

Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
GPR CONSTRUCTORA INGENIERIA & ARQUITECTURA SAS
NIT: 900088206-0**

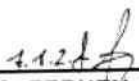
CERTIFICA QUE

El señor **ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, y matrícula profesional No **25202-333172 CND** labora para nuestra compañía desde 18 de mayo de 2016 la fecha bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **Ingeniero geotecnista**, realizando las funciones descritas a continuación

- Coordinación de perforaciones de campo y análisis de perfiles estratigrafías, elaboración de estudios de suelos, orientados al cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos para edificaciones para edificaciones, realizado bajo los lineamientos estipulados en el **título H** del reglamento sismo resistente NSR-10

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los veinte dos (22) días del mes de septiembre del 2021.

Cordialmente,


ING. FERNÉY ALONSO PACHÓN
INGENIERO CIVIL
C.C 3.196.553
MP 25202100572CND
Representante Legal
Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

Bogotá D.C. 07 de abril de 2021

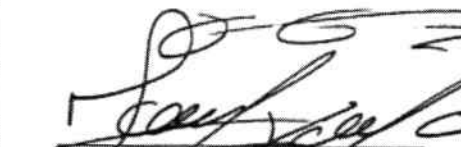
**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
SUELOS J&A SAS
NIT: 900.969.507-6
CERTIFICA QUE**

El señor **ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, laboro para nuestra compañía desde **mayo de 2016** hasta **diciembre de 2018** bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **GERENTE TECNICO**, y sus principales funciones fueron:

- Diseñar, definir, direccionar, planificar, organizar, implementar, controlar y validar los Proyectos de Ingeniería Civil propios del diseño estructural.
- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los siete (07) días del mes de abril del 2021.

Cordialmente,


MARIO ANDRES BERNAL CAMACHO

**C.C 1.072.662.765 de Chía
Representante Legal
SUELOS J & A SAS**



Carrera 14F # 7 -15 IBARO 2
Chía-Cundinamarca
Tel: 3115460884-3138052044
gerenciasuelosjya@gmail.com
gerenciatecnicasuelosjya@gmail.com

EL SUSCRITO CONTADOR PUBLICO DE LA COMPAÑIA PROGGETO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT: 901341187-1

CERTIFICA QUE

El señor ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, labora para esta empresa con el cargo de GERENTE TECNICO desde el 18 de noviembre de 2019, con un contrato a término indefinido vigente y sus principales funciones son:

- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los ocho (08) días del mes de noviembre de 2023.

Cordialmente,


PROGGETO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT 901341187-1

Clara Inés Camacho Beltrán
C.C 38198613 de Chía
Gestión Humana

Carrera 14 C No. 7-56 Ibaro II
Chía (Cundinamarca)
Tel: 3115460884-3138052044
progetto.gerencia@gmail.com
progetto.gerenciatecnica@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

Vigilada Mineducación
Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 1970

CONSIDERANDO QUE:

ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VÁSQUEZ
C.C. 1018459196 BOGOTÁ D.C.

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ
CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY Y LOS REGLAMENTOS. LE CONFIERE EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS**

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.

BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE 7 DE 2017

RECTOR

SECRETARIO GENERAL

DECANO

ANOTADO AL FOLIO NO. 304 3 PC LIBRO 2 DEL 7 DE DICIEMBRE DE 2017

20385



Matrícula Profesional No.
25202-333172 CND
Fecha de Expedición: 10/06/2016

Nombre:
**ERICCCSON JAN POOL
CERQUERA VASQUEZ**
Cédula:
C.C. 1018459196
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NÚMERO
1.018.459.196
CERQUERA VASQUEZ

APELLIDOS
ERICCCSON JAN POOL

SEÑALES



ÍNDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO
**VILLAVICENCIO
(META)**

LUGAR DE NACIMIENTO

1.65

ESTATURA

O+

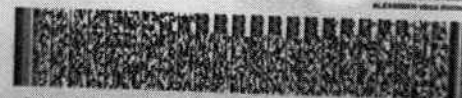
G.S. RH

M

12-MAY-2011 BOGOTÁ D.C.

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

REGISTRACIÓN NACIONAL



A: 1500150-01154399-M-1018459196-20200229

D070216010A 1

8913003029



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4149541

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1018459196, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-333172 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintitres (23) días del mes de Diciembre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

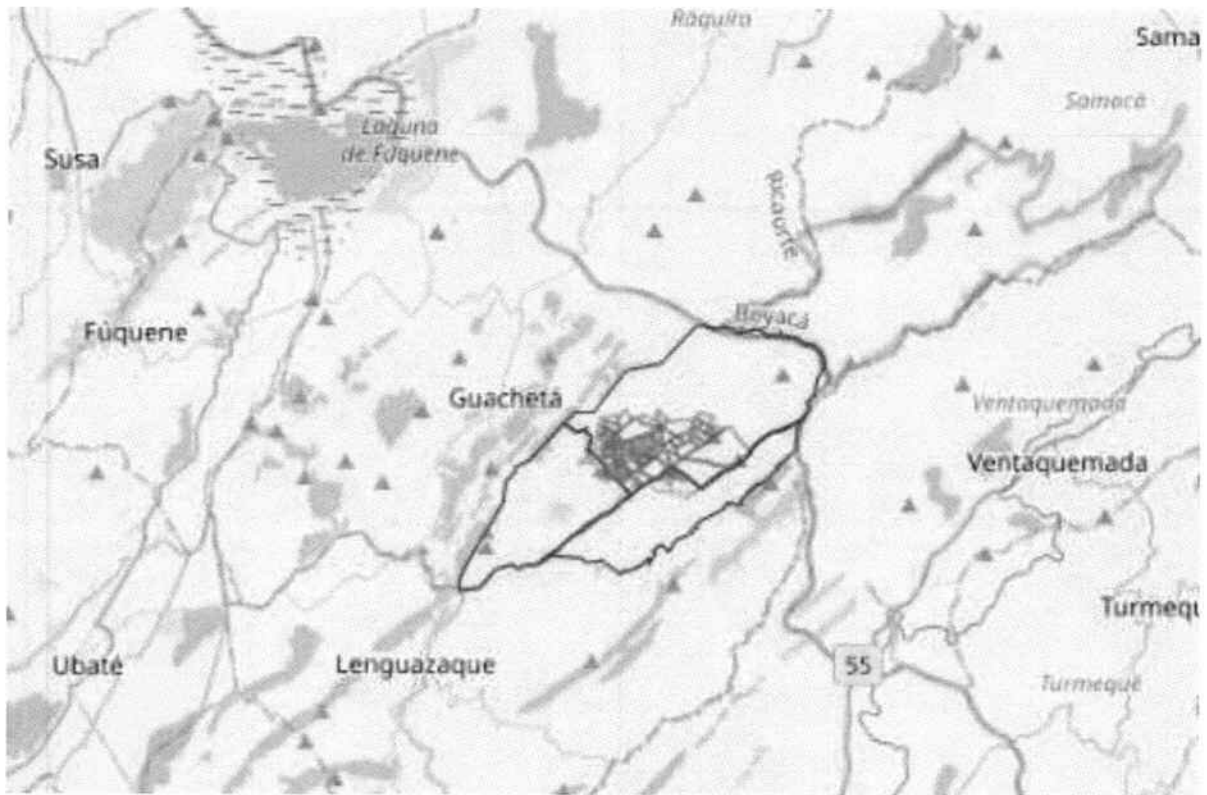
Jan Pool Cerquera
25202-333172CND
Ingeniero Civil

Firmal del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

INFORME TOPOGRÁFICO

Levantamiento de Cuatro (4) Puentes – Municipio de Guachetá, Cundinamarca



1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de infraestructura vial segura y funcional depende en gran medida de la disponibilidad de información topográfica precisa y actualizada. En este contexto, el presente informe topográfico documenta el levantamiento planimétrico y altimétrico de cuatro (4) puentes localizados en el municipio de Guachetá, departamento de Cundinamarca, los cuales cumplen un papel fundamental en la conectividad rural y el tránsito local.

Las estructuras evaluadas corresponden a dos puentes contruidos en madera y dos puentes conformados por soluciones provisionales sobre tubo y recebo, los cuales presentan un avanzado estado de deterioro debido al paso del tiempo, la acción de factores ambientales y la ausencia de criterios técnicos adecuados en su diseño y construcción.

El levantamiento se realizó mediante la integración de tecnología de dron (fotogrametría aérea), GPS geodésico en modo RTK y estación total, permitiendo obtener información detallada del terreno, de las estructuras existentes y de su entorno inmediato. Los resultados obtenidos constituyen un insumo técnico fundamental para la evaluación de las condiciones actuales y la formulación de proyectos de demolición y construcción de nuevos puentes, acordes con la normativa vigente y las necesidades del municipio.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento topográfico integral de cuatro (4) puentes ubicados en el municipio de Guachetá, Cundinamarca, empleando tecnologías de dron, GPS y estación total, con el fin de generar información técnica confiable que permita evaluar el estado actual de las estructuras y sirva como base para la planeación y diseño de nuevos puentes.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información planimétrica y altimétrica detallada de las zonas donde se emplazan los puentes.
- Georreferenciar las estructuras y su entorno en el sistema oficial MAGNA-SIRGAS.
- Identificar y caracterizar las condiciones geométricas del terreno, accesos y cauces asociados.
- Registrar las características constructivas actuales de cada puente.
- Generar productos cartográficos que sirvan como soporte para estudios y diseños posteriores.
- Evaluar técnicamente la viabilidad de las estructuras existentes.
- Sustentar técnicamente la recomendación de demolición y construcción de nuevas estructuras.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Los puentes objeto del levantamiento se encuentran ubicados dentro del municipio de Guachetá, en el departamento de Cundinamarca, en zonas de carácter principalmente rural. Estas estructuras permiten la comunicación entre veredas y sectores productivos, facilitando el tránsito de peatones, vehículos livianos y, en algunos casos, maquinaria agrícola.

La localización exacta de cada puente fue determinada mediante GPS, quedando registrada en coordenadas planas y altimétricas dentro del sistema MAGNA-SIRGAS, lo cual garantiza su correcta identificación y ubicación en cartografía oficial.

5. MARCO NORMATIVO Y TÉCNICO

El levantamiento topográfico se desarrolló conforme a la normativa vigente en Colombia, entre la cual se destacan:

- Sistema de Referencia Geocéntrico Nacional – MAGNA-SIRGAS, adoptado por el IGAC.
- Especificaciones técnicas del IGAC para levantamientos topográficos y geodésicos.
- Resolución 471 de 2020 – IGAC, sobre estándares de información geográfica.
- Manual de Carreteras – INVIAS, en lo referente a estudios topográficos para proyectos viales.
- Lineamientos técnicos para el uso de fotogrametría con dron aplicada a infraestructura.

El cumplimiento de esta normativa garantiza la confiabilidad, precisión y validez técnica de la información obtenida.

6. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

6.1 Planeación del Levantamiento

Previo al trabajo de campo, se realizó la planificación de rutas de vuelo del dron, definición de puntos de control, selección de estaciones de medición y verificación de accesos a cada

puede. Esta etapa permitió optimizar tiempos y asegurar una adecuada cobertura del área de estudio.

6.2 Levantamiento con Dron (Fotogrametría Aérea)

Se ejecutaron vuelos controlados con dron, capturando imágenes aéreas de alta resolución, las cuales fueron posteriormente procesadas para la generación de:

- Ortofotomosaicos georreferenciados
- Modelos digitales del terreno (MDT)
- Modelos digitales de superficie (MDS)

Estos productos permitieron analizar la topografía general, pendientes, cauces y zonas de influencia de cada puente.

6.3 Levantamiento con GPS Geodésico

Se utilizó GPS en modo RTK, garantizando alta precisión en la captura de coordenadas. Los puntos levantados incluyeron:

- Puntos de control y amarre
- Ejes aproximados de las estructuras
- Puntos relevantes del terreno y accesos

6.4 Levantamiento con Estación Total

La estación total se empleó para el levantamiento detallado de elementos estructurales visibles, tales como:

- Anchos y longitudes de los puentes
- Alturas relativas
- Bordes, accesos y alineamientos
- Detalles del terreno inmediato

7. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES

- Puentes en madera (2): presentan deterioro avanzado, elementos estructurales degradados, pérdida de resistencia y ausencia de condiciones de seguridad.

- Puentes sobre tubo y recebo (2): corresponden a soluciones improvisadas, sin diseño estructural, con baja estabilidad y alto riesgo ante cargas vehiculares y condiciones climáticas.

En general, el estado de los cuatro puentes es deficiente, evidenciándose problemas estructurales, geométricos y funcionales que comprometen la seguridad de los usuarios.

8. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO

El levantamiento permitió obtener:

- Información topográfica precisa del terreno y entorno.
 - Cartografía base para estudios y diseños.
 - Identificación clara de las limitaciones geométricas y estructurales.
 - Insumos técnicos para la formulación de proyectos de infraestructura vial.
-

9. CONCLUSIONES

- El levantamiento topográfico realizado cumple con la normativa técnica vigente y presenta un alto nivel de precisión.
- Las estructuras existentes no cumplen con criterios técnicos ni normativos mínimos.
- El estado actual de los puentes representa un riesgo significativo para la seguridad vial y peatonal.
- No se considera viable técnica ni económicamente la rehabilitación de las estructuras actuales.
- Se concluye como recomendación principal la demolición de los puentes existentes y la construcción de nuevos puentes, diseñados conforme a la normativa vigente y a las condiciones topográficas del sector.

10. RECOMENDACIONES

- Adelantar estudios y diseños estructurales para nuevos puentes.
 - Considerar las condiciones hidráulicas y geotécnicas del sector.
 - Implementar soluciones que garanticen durabilidad, seguridad y funcionalidad.
 - Incorporar la información topográfica obtenida como base para las fases posteriores del proyecto.
-

Atentamente,

Firma: 

Nombre: DIEGO FERNANDO SUAREZ OLIVARES

Cargo: TOPOGRAFO

Profesión: TOPOGRAFO

Matrícula Profesional: 01-14544

Teléfono: 315-585-5172

Correo electrónico: FERNANDOOLIVARES2011@GMAIL.COM

ESTUDIO DE SUELOS – INFORME TÉCNICO

Versión 94-2025 – lunes, 29 de diciembre de 2025

Asunto: Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.


Responsable:

Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez

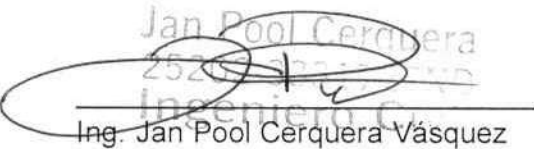
lunes, 29 de diciembre de 2025

Oficina de Planeación de Guachetá

REF Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

En adjunto enviamos los resultados, conclusiones y recomendaciones correspondientes del estudio de suelos en referencia. Reiteramos a ustedes nuestra disposición para atender cualquier inquietud con respecto a este trabajo y confiamos poder colaborarles en futuros proyectos.

Atentamente.


Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez
MT: 25202-333172CND

jueves, 8 de enero de 2026

Oficina de planeación de Guachetá - Cundinamarca

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** con Matrícula Profesional N° 25202-333172 del Consejo Profesional de Ingeniería COPNIA

CERTIFICO

Que realicé la consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 – Vereda Gachetá Alto. Fueron realizados en conformidad a lo descrito en la normativa colombiana vigente, A claro que me responsabilizo por los Estudios, Diseños y Cálculos, siempre y cuando en la Construcción se sigan textual y cabalmente las Directrices y Técnicas hechas por el Suscrito.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad y exonero a la Oficina de planeación de Guachetá, de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio, y asumo responsabilidad referente al requisito H.1.1.2.2. de la NSR-10 “cumplimiento y responsabilidad” con respecto a la ejecución del estudio geotécnico realizando todas las investigaciones y análisis necesarios para la identificación de las amenazas geotécnicas, la adecuada caracterización del subsuelo y los análisis de estabilidad de la edificación, construcciones vecinas, infraestructura existente, vías aledañas y posibles redes de servicios públicos que puedan llegar a presentarse.

Cordialmente:



Firma

Jan Pool Cerquera Vásquez

Cc: 1.018.459.196

Tarjeta P No: 25202-333172

Cel:3138052044

TABLA CONTENIDO

GENERALIDADES	6
1. OBJETIVOS.....	7
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	8
2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL.....	8
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN	8
2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS	9
2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN	10
3. GEOLOGÍA REGIONAL	10
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA.....	12
5. CLIMATOLOGÍA	12
6. EXPLORACIÓN DE CAMPO	13
6.1. DATOS DE CAMPO SPT	14
7. ENSAYOS DE LABORATORIO	19
7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1.....	20
7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1	20
8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN	22
9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO	22
9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES	23
10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD	24
10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA	24
10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0)	25
10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO	25
10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO	26
10.6. CONCLUSIÓN TÉCNICA GEOTÉCNICA	26
11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS	27
11.1. Estimación del módulo elástico del suelo (E)	27
11.2. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO	28
12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO	28

13.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO	30
14.	MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO	30
15.	ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN	32
16.	LIMITACIONES	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10	8
Tabla 2.	Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10	9
Tabla 3.	Coordenadas de los sondeos	10
Tabla 4.	Perfil estratigráfico promedio	16
Tabla 5.	Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia	17
Tabla 6.	Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia	18
Tabla 7.	Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia	19
Tabla 8.	Perfil de Humedades. Fuente propia	20
Tabla 9.	Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia	21
Tabla 10.	Perfil pesos específicos. Fuente propia	21
Tabla 11.	Potencial de expansión, fuente Propia	22
Tabla 12.	Datos de entrada cálculo de capacidad portante	26
Tabla 13.	Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10	29
Tabla 14.	Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia	30

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del proyecto	8
Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración Fuente: elaboración propia	10
Ilustración 3. Geología local	11
Ilustración 4. Esquema de referencia; se adopta $Aa=0,15$ y $Av=0,20$ según NSR-10	12
Ilustración 5. Climatología del proyecto Fuente: Weather Spark	13
Ilustración 6. Perforación manual Sondeo 1	14
Ilustración 7. Perforación manual Sondeo 2	14
Ilustración 8. Muestra Número 1	16
Ilustración 9. Muestra Número 2	16
Ilustración 10. Muestra Número 3	16
Ilustración 11. Muestra Número 4	16
Ilustración 12. Muestra Número 5	17
Ilustración 13. Muestra Número 6	17
Ilustración 14. Estructura de cimentación. Fuente Propia	32

GENERALIDADES

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico para el proyecto en referencia.

En el documento inicialmente se relaciona toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica. Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

1. OBJETIVOS.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características geotécnicas del material de fundación del proyecto en referencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar el perfil estratigráfico típico de la zona, identificando el cambio de estratos y divisoria de aguas de la zona.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
- Determinar la capacidad de carga máxima que puede soportar el suelo de fundación ante las cargas de servicio.
- Identificar el tipo de cimentación más adecuado.

2. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

En la siguiente ilustración se muestra la localización del proyecto en referencia.



2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La clasificación de la estructura conforme a la tabla H.3.1-1(ver tabla 1) se caracteriza como una estructura de categoría BAJA.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 1. Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10

2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS

El número mínimo de sondeos necesarios y la profundidad de exploración se estipula conforme a la tabla H.3.2-1 de la norma NSR 10 la cual estipula la ejecución de 3 sondeos de exploración a 6 metros de profundidad.

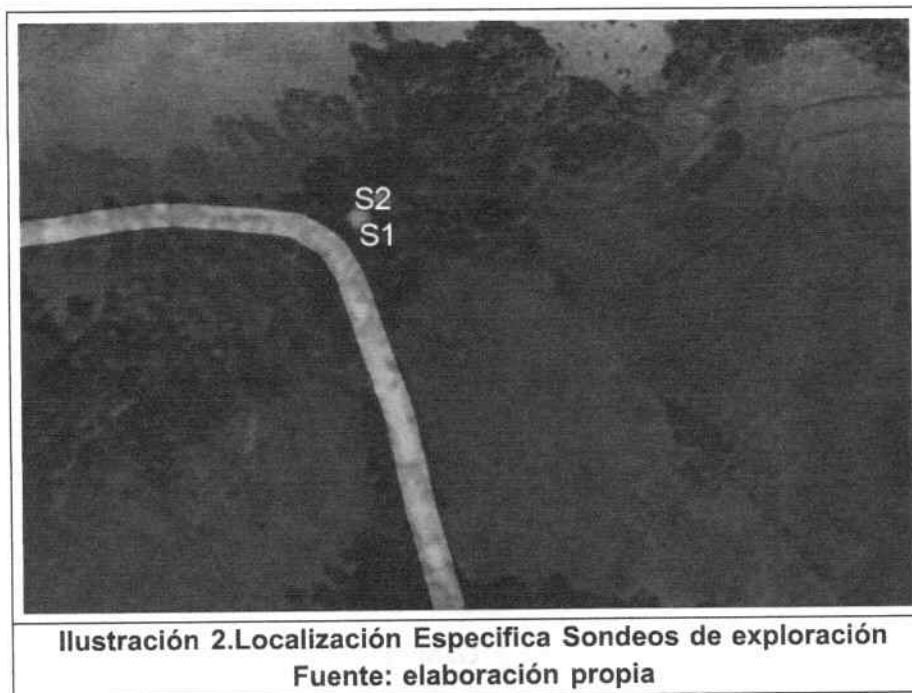
Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 2. Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10

Si bien la Tabla H.3.2-1 sugiere un mínimo de tres (3) sondeos para este tipo de unidad de construcción, para el presente estudio se ejecutaron dos (2) sondeos, criterio considerado suficiente dada la homogeneidad observada en el terreno y el alcance del puente proyectado.

2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN

En la siguiente ilustración puede observarse la localización específica de los sondeos de exploración ejecutados para la exploración del proyecto en referencia.



N° DE SONDEO	OESTE	NORTE
1	73°39'31.21"O	5°27'33.09"N
2	73°39'31.04"O	5°27'33.24"N

Tabla 3. Coordenadas de los sondeos

3. GEOLOGÍA REGIONAL

La zonificación es la unidad geotécnica k1k6-Stm corresponde a una secuencia sedimentaria mesozoica (Cenomaniano–Maastrichtiano) compuesta por intercalaciones de shales (lutitas), calizas, fosforitas, cherts y cuarzarenitas, con predominio de facies finas hacia el norte y niveles más arenosos hacia el sur. Desde el punto de vista geotécnico se espera un macizo estratificado, de marcada

anisotropía (planos de estratificación y posible diaclasamiento), con estratos de lutitas y calizas de baja a media deformabilidad y capas arenosas más competentes, lo que puede generar contrastes locales de rigidez y resistencia que deben ser verificados mediante exploración y ensayos de campo y laboratorio.

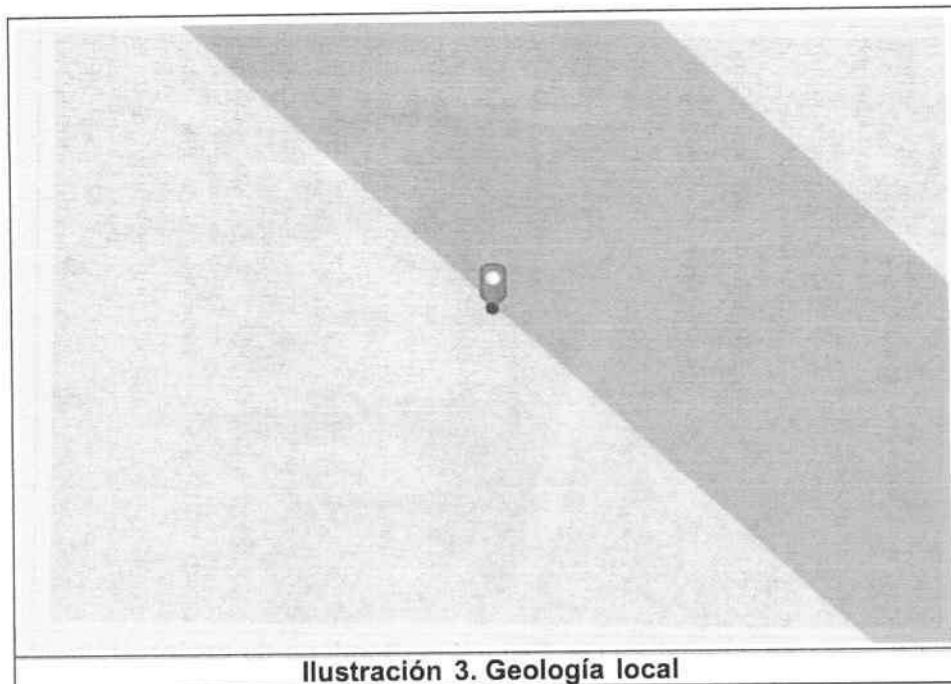
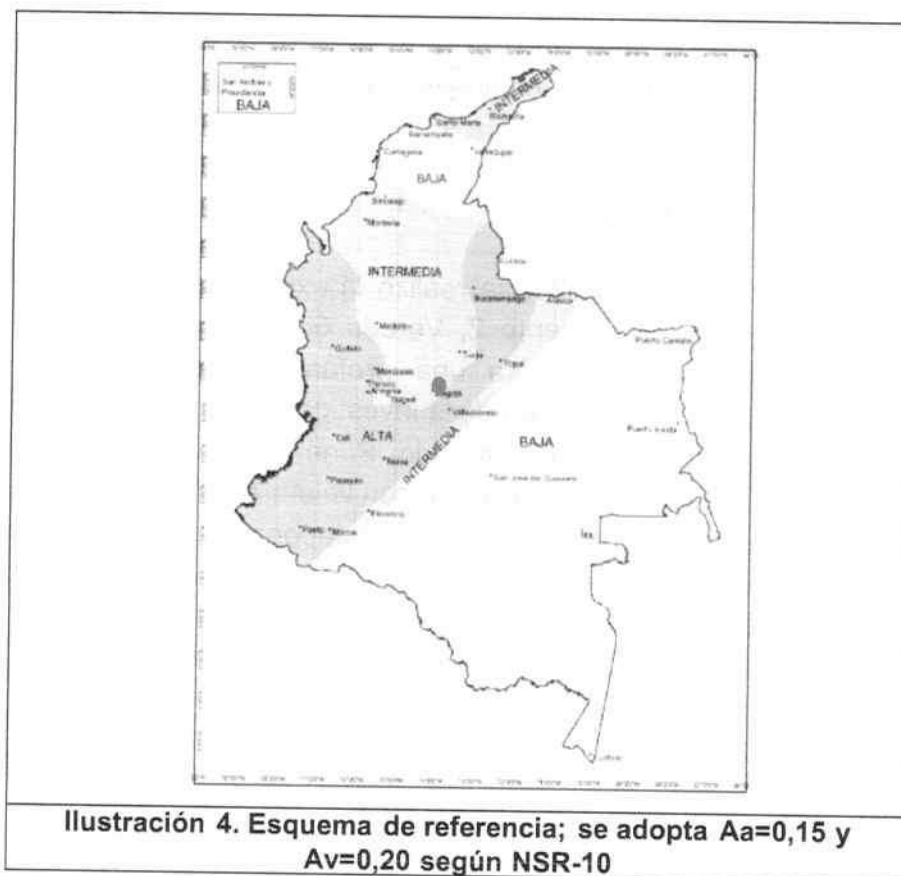


Ilustración 3. Geología local

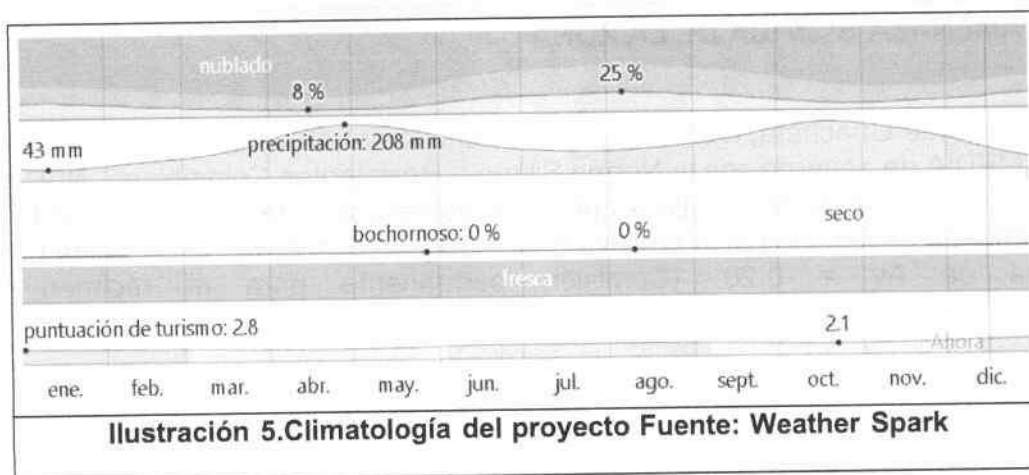
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

El municipio de Guachetá, Cundinamarca, se encuentra en zona de riesgo sísmico INTERMEDIA de acuerdo con la Norma Sismo – Resistentes Colombiana, NSR-10. Por lo anterior los diseños sísmicos que se proyecten, se deben realizar usando un coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a = 0.15$ y un coeficiente de velocidad pico efectiva de $A_v = 0.20$. (Comisión permanente para el régimen de construcciones, 2010).



5. CLIMATOLOGÍA

En Guachetá, los veranos son frescos; los inviernos son cortos, fríos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6°C a 18°C y rara vez baja a menos de 1°C o sube a más de 20°C .



6. EXPLORACIÓN DE CAMPO

El día 19 de diciembre del año 2025, se realizó la exploración en campo para el estudio de suelos del proyecto Puente 2, Vereda Gacheta Alto, para el cual se desarrollaron dos perforaciones hasta una profundidad de 6.00 metros. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (Standard Penetration Test, S.P.T.) y el ensayo de corte con veleta ASTM. D – 2573 tomando un muestreador de mediacaña estándar que se compone de una zapata de acero para herramientas de conducción, un tubo de acero que se divide longitudinalmente por la mitad y un acoplamiento en la parte superior. El acoplamiento conecta la toma de muestras a la varilla de perforación. Y a la veleta de cuatro hojas (Das, 2015).



**Ilustración 6. Perforación manual
Sondeo 1**



**Ilustración 7. Perforación manual
Sondeo 2**

En las ilustraciones se evidencia el proceso de perforación manual con el método de SPT realizada sobre una capa inicial (nivel cero) en el cual se retiró esta, donde se encontró una capa de material orgánico en el lugar de los sondeos.

6.1. DATOS DE CAMPO SPT

Durante la ejecución de los dos sondeos de exploración se realizó el ensayo SPT (Standard Penetración Test, S.P.T.) ASTM D 1586, con el cual se evaluó el número de golpes para N15, N30 y N45 estos datos fueron recolectados respectivamente para cada sondeo.

Es importante señalar que hay varios factores que contribuyen a la variación de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad de perfiles de suelos similares. Estos factores incluyen la prueba de penetración (SPT), la eficiencia de martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de la varilla (Seed et al., 1985; Skempton, 1986).

El número de penetración estándar para el ensayo SPT está definido como:

$$N = N30 + N45$$

Con base en las observaciones de campo se estandariza el número de penetración estándar de campo basado en la energía de conducción de entrada y su disipación entorno a la toma de muestras en el suelo circundante con la siguiente relación

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60}$$

N_{60} = número de penetración estándar corregido para condiciones de campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martillo (%)

η_B = corrección para el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección para la longitud de la varilla

(Skempton A. , 1986), propone que los valores de la ecuación anterior son:

a. Debido a que el martillo cae de manera libre

$$\eta_H = 45$$

b. debido a que el diámetro de la perforación es un diámetro menor a 60 mm

$$\eta_B = 1$$

c. Debido a que se tiene un muestreador estándar

$$\eta_S = 1.0$$

d. Debido a que la longitud de la varilla es de un metro

$$\eta_R = 0,75$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido finalmente será para este tipo de ensayo Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986)

$$N_{60} = \frac{(N_{30} + N_{45})(45)(1)(1,0)(0,75)}{60}$$

$$N_{60} = (0,5625)N$$

Ejemplo de cálculo

En el sondeo 1 a una profundidad de 0.30 m los valores N_{15} , N_{30} Y N_{45} dieron respectivamente: 9, 9, 7 por lo que el número de penetración estándar será

$$N = 9 + 7$$

$$N = 16$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido será:

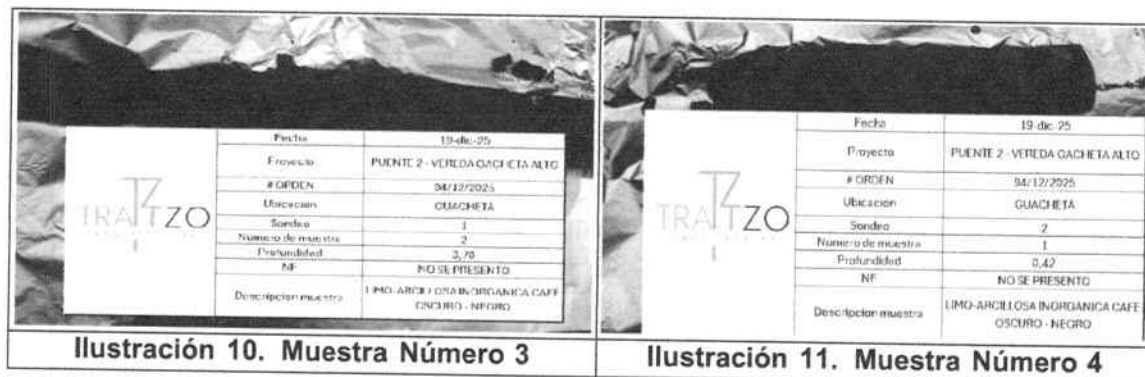
$$N_{60} = 0.5625(16)$$

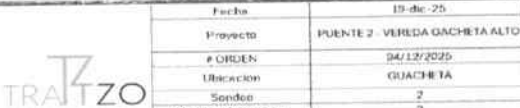
$$N_{60} = 9,00$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los valores N60 para cada profundidad registrada en los tres sondeos realizados, junto con los valores promedios correspondientes. Asimismo, se incluyen fotografías de las muestras recolectadas durante la ejecución de los ensayos, con el fin de evidenciar las características visuales y físicas del material extraído en campo.

Prof(m)	Sondeo 1	Sondeo 2
	N60	N60
0,10	9,00	17,44
0,30	20,25	21,38
1,97	14,06	14,06
3,47	20,25	20,25
4,97	22,50	22,50
N60 Promedio	17,21	19,13
N60 Promedio Min	17,21	

Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio



 <table border="1"> <tr><td>Fecha</td><td>10-dic-25</td></tr> <tr><td>Proyecto</td><td>PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO</td></tr> <tr><td># ORDEN</td><td>94/12/2025</td></tr> <tr><td>Ubicación</td><td>GUACHETA</td></tr> <tr><td>Sondeo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Número de muestra</td><td>2</td></tr> <tr><td>Profundidad</td><td>2,35</td></tr> <tr><td>Nº</td><td>NO SE PRESENTO</td></tr> <tr><td>Descripción muestra</td><td>LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO</td></tr> </table>	Fecha	10-dic-25	Proyecto	PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO	# ORDEN	94/12/2025	Ubicación	GUACHETA	Sondeo	2	Número de muestra	2	Profundidad	2,35	Nº	NO SE PRESENTO	Descripción muestra	LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO	 <table border="1"> <tr><td>Fecha</td><td>10-dic-25</td></tr> <tr><td>Proyecto</td><td>PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO</td></tr> <tr><td># ORDEN</td><td>94/12/2025</td></tr> <tr><td>Ubicación</td><td>GUACHETA</td></tr> <tr><td>Sondeo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Número de muestra</td><td>3</td></tr> <tr><td>Profundidad</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>Nº</td><td>NO SE PRESENTO</td></tr> <tr><td>Descripción muestra</td><td>LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO</td></tr> </table>	Fecha	10-dic-25	Proyecto	PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO	# ORDEN	94/12/2025	Ubicación	GUACHETA	Sondeo	2	Número de muestra	3	Profundidad	3,05	Nº	NO SE PRESENTO	Descripción muestra	LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO
Fecha	10-dic-25																																				
Proyecto	PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO																																				
# ORDEN	94/12/2025																																				
Ubicación	GUACHETA																																				
Sondeo	2																																				
Número de muestra	2																																				
Profundidad	2,35																																				
Nº	NO SE PRESENTO																																				
Descripción muestra	LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO																																				
Fecha	10-dic-25																																				
Proyecto	PUNTE 2 VEREDA GACHETA ALTO																																				
# ORDEN	94/12/2025																																				
Ubicación	GUACHETA																																				
Sondeo	2																																				
Número de muestra	3																																				
Profundidad	3,05																																				
Nº	NO SE PRESENTO																																				
Descripción muestra	LIPO-ARCILLOSA INORGANICA CAFÉ OSCURO - NEGRO																																				
Ilustración 12. Muestra Número 5	Ilustración 13. Muestra Número 6																																				

En las ilustraciones se puede observar las muestras recogidas en el ensayo a diferentes profundidades, se observa arcilla limosa gris, Según (Das, 2015) la consistencia del suelo se puede medir teniendo como referencia el N60 de la siguiente forma:

N60	Consistencia
0 a 2	Muy Blanda
2 a 5	Blanda
5 a 10	rigidez media
10 a 20	Rígida
20 a 30	Muy rígida.

Tabla 5. Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia

• PERFORACIÓN 1

Nivel freático: No se presentó

Bajo un delgado horizonte de suelo orgánico superficial (0,00–0,10 m), se registra un perfil prácticamente homogéneo de limo-arcilloso inorgánico café oscuro a negro, con fracción gruesa de grava angular, de baja plasticidad y consistencia firme a dura, que se mantiene entre 0,10 y 6,00 m de profundidad. Los valores de penetración corregidos se ubican en el rango $N_{60} \approx 9-23$ golp/0,30 m, lo que indica un material de resistencia media, con compresibilidad baja a media y humedades naturales estimadas alrededor de 25–30 %, no se interceptó nivel freático en la profundidad investigada. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	SUELO ORGÁNICO					
0,30	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	9	9	7	16	9,00
1,97	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	16	20	36	20,25
3,47	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	12	11	14	25	14,06
4,97	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	19	17	36	20,25
6,00	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 6. Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia

• PERFORACIÓN 2

Nivel freático: No se presentó

Se reconoce, bajo un horizonte delgado de suelo orgánico (0,00–0,10 m), un estrato dominante de suelo limo-arcilloso inorgánico café oscuro a negro, con fracción gruesa de grava angular, de baja plasticidad y consistencia firme a dura, que se mantiene prácticamente homogéneo hasta 6,00 m de profundidad. Los valores de penetración estándar corregidos se sitúan en el rango $N_{60} \approx 17\text{--}23$ golp/0,30 m, lo que es consistente con un material de resistencia media, compresibilidad baja a media y humedades naturales del orden de 25–30 %; no se registró nivel freático

dentro del intervalo investigado. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	SUELO ORGÁNICO					
0,42	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	10	15	16	31	17,44
2,35	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	18	20	38	21,38
3,85	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	12	11	14	25	14,06
5,35	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	15	19	17	36	20,25
6,00	LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 7. Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia

7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se tomaron muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasificaron 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 a las características de los suelos. Las muestras fueron seleccionadas tal como lo indica la NSR-10 título H

ARTICULO H.3.3.1 Y el articulo H.3.3.2. Las muestras seleccionadas constituyen el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo tal como lo indica el articulo H.3.2.4. ítem A. Específicamente se ejecutaron ensayos de humedad natural, granulometrías y pesos específicos. Para los cuales se encontraron los siguientes resultados.

7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1

Se recuperaron muestras representativas de los sondeos las cuales fueron llevadas al laboratorio para determinar la humedad natural con base a la norma NTC 1527, para el cual se obtiene los siguientes perfiles de humedades.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)
1	0.10-0.30 m	29,94%
	0.30-1.97 m	25,24%
	1.97-3.47 m	30,02%
	3.47-4.97 m	29,63%
	4.97-6.00 m	27,23%
SONDEO	Prof. (m)	w (%)
2	0.10-0.42 m	26,23%
	0.42-2.35 m	25,12%
	2.35-3.85m	26,53%
	3.85-5.35 m	22,56%
	5.35-6.00 m	26,53%

Tabla 8. Perfil de Humedades. Fuente propia

7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1

Dadas las características naturales del terreno se realizaron los respectivos ensayos de clasificación Bajo la NTC 1493, la NTC 1494 y la NTC 1522 con los cuales se identificó el perfil estratigráfico del suelo SUCS de fundación tal y como puede observarse en la siguiente tabla resumen.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
1	0.10-0.30 m	29,94%	31,02%	22,31%	8,71%	ML
	0.30-1.97 m	25,24%	32,55%	25,04%	7,51%	ML
	1.97-3.47 m	30,02%	29,76%	24,15%	5,61%	ML
	3.47-4.970 m	29,63%	35,02%	25,58%	9,44%	ML
	4.97-6.00 m	27,23%	34,80%	26,51%	8,29%	ML

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
2	0.10-0.42 m	26,23%	33,58%	25,06%	8,52%	ML
	0.42-2.35 m	25,12%	34,50%	25,08%	9,42%	ML
	2.35-3.85m	26,53%	28,40%	24,17%	4,23%	ML
	3.85-5.35 m	22,56%	30,86%	24,50%	6,36%	ML
	5.35-6.00 m	26,53%	34,89%	26,87%	8,02%	ML

Tabla 9 Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia

Los datos anteriormente evidencian que los perfiles estratigráficos presentes en el suelo de fundación de los sondeos corresponden a un perfil que varía en el sistema SUCS como una ML (Limo inorgánico de baja plasticidad).

7.3. PESOS ESPECÍFICOS Artículo H.3.3.3.1

En la siguiente tabla puede observarse un perfil de pesos específicos calculados por el método de parafinado por medidas **METODO ISRM-07**.

Sondeo	Profundidad (m)	Yd (ton/m3)
1	0.10-0.30 m	1,48
	0.30-1.97 m	1,49
	1.97-3.47 m	1,46
	3.47-4.97 m	1,45
	4.97-6.00 m	1,48
Sondeo	Profundidad (m)	Yd (ton/m3)
2	0.10-0.42 m	1,49
	0.42-2.35 m	1,51
	2.35-3.85m	1,48
	3.85-5.35 m	1,55
	5.35-6.00 m	1,48

Tabla 10. Perfil pesos específicos. Fuente propia

8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Tomando como base la tabla H.9.1-1 presentada en la NSR-10 TITULO H a continuación se presenta la cuantificación para el potencial de expansión del suelo presente:

SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
1	0.10-0.30 m	31,02%	8,71%	ML	BAJO
	0.30-1.97 m	32,55%	7,51%	ML	BAJO
	1.97-3.47 m	29,76%	5,61%	ML	BAJO
	3.47-4.970 m	35,02%	9,44%	ML	BAJO
	4.97-6.00 m	34,80%	8,29%	ML	BAJO
SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
2	0.10-0.30 m	31,02%	8,71%	ML	BAJO
	0.30-1.97 m	32,55%	7,51%	ML	BAJO
	1.97-3.47 m	29,76%	5,61%	ML	BAJO
	3.47-4.970 m	35,02%	9,44%	ML	BAJO
	4.97-6.00 m	34,80%	8,29%	ML	BAJO

Tabla 11. Potencial de expansión, fuente Propia

En el perfil presentado se puede ver que el suelo mayormente presenta un potencial expansivo **BAJO**.

9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO

9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N_{60}

Para estimar el ángulo de fricción interna (ϕ) a partir de N_{60} se adopta una correlación empírica logarítmica del tipo propuesta por Kulhawy y Mayne (1990) y otros autores para arenas y limos, que en forma simplificada puede expresarse como:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(N_{60})$$

Sustituyendo $N_{60} = 9$:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(9) = 27 + 3 \cdot 0.954 \approx 27 + 2.86 \approx 29.86^{\circ}$$

Ángulo de fricción interna adoptado para el diseño: $\phi = 29.86^\circ$

9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES

Longitud estructural del puente: $L = 11.00 \text{ m}$

Ancho efectivo del tablero: $B_{\text{tab}} = 6.00 \text{ m}$

Área del tablero: $A_{\text{tab}} = L \cdot B_{\text{tab}} = 11.00 \cdot 6.00 = 66.00 \text{ m}^2$

Componentes de carga por unidad de área:

- Losa de concreto ($h_{\text{losa}} = 0.15 \text{ m}$, $\gamma_{\text{conc}} = 25 \text{ kN/m}^3$): $q_{\text{losa}} = 25 \cdot 0.15 = 3.75 \text{ kN/m}^2$
- Vigas metálicas y lámina: $q_{\text{acero}} \approx 2.50 \text{ kN/m}^2$.
- Barandas metálicas y elementos menores: $q_{\text{barandas}} \approx 1.25 \text{ kN/m}^2$.

Por tanto, la carga muerta por unidad de superficie es:

$$q_G = 3.75 + 2.50 + 1.25 = 7.50 \text{ kN/m}^2$$

Para la carga viva, al tratarse de tráfico rural bajo, se adopta $q_Q \approx 3.00 \text{ kN/m}^2$. La carga total de servicio por unidad de área es:

$$q_{\text{tot}} = q_G + q_Q = 7.50 + 3.00 = 10.50 \text{ kN/m}^2$$

Carga total sobre el tablero:

$$P_{\text{tot}} = q_{\text{tot}} \cdot A_{\text{tab}} = 10.50 \cdot 66.00 = 693.00 \text{ kN}$$

Reacción en cada estribo (simplemente apoyado):

$$R_{\text{serv}} = P_{\text{tot}} / 2 = 693.00 / 2 = 346.50 \text{ kN}$$

10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD

Peso unitario efectivo del suelo: $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3 (\approx 1.80 \text{ ton/m}^3)$

Profundidad de desplante: $D_f = 1.50 \text{ m}$

Cohesión drenada: $c \approx 0 \text{ kPa}$ (suelo friccional)

Ancho de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$

Cálculo de tangente del ángulo:

$$\tan \varphi = \tan(29.86^\circ) \approx 0.5742$$

Para suelos friccionales ($c \approx 0$) y zapata corrida, la capacidad última por unidad de área según Terzaghi se expresa como:

$$q_u = \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Cálculo del factor N_q :

$$N_q = e^{\{\pi \tan \varphi\}} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$N_\gamma \approx 2 (N_q + 1) \tan \varphi$$

Con $\varphi = 29.86^\circ$ se tiene:

$$45^\circ + \varphi/2 = 45^\circ + 14.93^\circ \approx 59.93^\circ \rightarrow \tan(45^\circ + \varphi/2) \approx 1.7272$$

Por tanto, el factor N_q resulta aproximadamente:

$$N_q \approx 18.12$$

Y el factor N_γ se obtiene como:

$$N_\gamma \approx 21.95$$

10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA

Sustituyendo $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3$, $D_f = 1.50 \text{ m}$, $B = 1.00 \text{ m}$, $N_q \approx 18.12$ y $N_\gamma \approx 21.95$ en la ecuación general:

$$q_u = (17.66)(1.50)(18.12) + 0.5(17.66)(1.00)(21.95)$$

$$q_u \approx 673.77 \text{ kPa}$$

Capacidad admisible con FS = 3.0:

$$q_{adm} = q_u / FS = 673.77 / 3.0 = 224.59 \text{ kPa.}$$

$$q_{adm} = 22.90 \text{ ton/m}^2$$

Esfuerzo efectivo al fondo de la zapata

$$\sigma' = \gamma \cdot D_f = 17.66 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.50 \text{ m} = 26.49 \text{ kPa}$$

10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0)

$$q_{adm,net} = q_{adm} - \sigma'$$

$$q_{adm,net} = 224.59 \text{ kPa} - 26.49 \text{ kPa}$$

$$q_{adm,net} = 198.10 \text{ kPa} = 20.20 \text{ ton/m}^2$$

10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO

El esfuerzo promedio de servicio transmitido al terreno por la zapata se calcula como la reacción vertical de servicio dividida entre el área en planta de la zapata:

$$q_{serv} = R_{serv} / A_f = 346.50 / 6.00 = 57.75 \text{ kPa.}$$

Comparando este valor con la capacidad admisible:

$$q_{serv} / q_{adm} = 57.75 / 224.59 \approx 0.26 \text{ (esfuerzo de servicio} \approx 26 \% \text{ de la capacidad admisible).}$$

El factor de seguridad real frente a la capacidad última, con la ϕ calculada a partir de N_{60} , es:

$$FS_{real} = q_u / q_{serv} = 673.77 / 57.75 \approx 11.67$$

10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO

Con base en la caracterización estratigráfica, el valor corregido $N_{60} = 9$ y la correlación $\phi(N_{60})$ adoptada, la zapata corrida proyectada ($B = 1.00$ m; $D_f = 1.50$ m) presenta una capacidad admisible aproximada de 22.90 ton/m^2 , frente a un esfuerzo de servicio de 5.89 ton/m^2 ($\approx 26\%$ de la capacidad). El asentamiento inmediato calculado es del orden de 2.34 mm , compatible con el desempeño esperado. Se concluye que la cimentación propuesta no compromete el comportamiento estructural del puente.

Geometría de la zapata	B x L	1.00m x 6.00 m
Área	A	6.00 m^2
Profundidad de desplante	D_f	1.50 m
Peso específico del suelo	γ	1.80 ton/m^3 (17.66 kN/m^3)
Angulo de Fricción	ϕ	29.86°
Cohesión drenada	c	0 kPa
Nivel freático	NF	No presente
Carga de servicio	P	346.50 kN
Módulo elástico (Eu)	E	22500 kPa ($E \approx 2.5 \cdot N_{60}$)
Relación de Poisson	ν	0.30

Tabla 12 Datos de entrada cálculo de capacidad portante

10.6. CONCLUSIÓN TÉCNICA GEOTÉCNICA

Con base en los resultados de campo y los cálculos desarrollados conforme a NSR-10 Título H, se concluye que la cimentación propuesta es viable y segura para las cargas consideradas. La zapata corrida $1.00 \text{ m} \times 6.00 \text{ m}$ a $D_f = 1.50 \text{ m}$ presenta capacidad admisible suficiente ($q_{adm,net} \approx 20.20 \text{ t/m}^2$), esfuerzo de servicio inferior al límite ($\approx 26\%$) y asentamientos instantáneos admisibles para la tipología estructural analizada. Cualquier incremento de carga o modificación del diseño deberá ser revisado para confirmar la estabilidad y desempeño del sistema de cimentación.

11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS

Se utiliza la expresión clásica para asentamiento instantáneo (Bowles):

$$S = q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) / E$$

Esfuerzo de servicio: $q = 57.75 \text{ kPa}$.

Menor dimensión de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$.

Relación de Poisson: $\nu = 0.30 \rightarrow \nu^2 = (0.30)^2 = 0.09 \rightarrow (1 - \nu^2) = 1 - 0.09 = 0.91$

Módulo elástico adoptado: $E = 22,500 \text{ kPa}$.

Sustituyendo en la expresión de asentamiento:

$$S = [q \cdot B \cdot (1 - \nu^2)] / E$$

$$S = (57.75 \cdot 1.00 \cdot 0.91) / 22,500$$

$$\text{Numerador: } 57.75 \cdot 1.00 \cdot 0.91 = 52.55$$

$$S = 52.55 / 22,500 = 0.00234 \text{ m} \approx 2.34 \text{ mm}.$$

11.1. Estimación del módulo elástico del suelo (E)

$$E \text{ (MPa)} \approx 2.5 \cdot N_{60}$$

Sustituyendo el valor $N_{60} = 9$ se obtiene:

$$E \text{ (MPa)} = 2.5 \cdot 9 = 22.50 \text{ MPa}$$

Convirtiendo a kPa ($1 \text{ MPa} = 1000 \text{ kPa}$):

$$E = 22.50 \cdot 1000 = 22,500 \text{ kPa}$$

11.2. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO

El asentamiento elástico inmediato es reducido frente a los límites usualmente aceptados para estructuras tipo puente de luz corta a media, por lo que se considera que la deformación vertical de la cimentación es compatible con el comportamiento estructural esperado. No se prevén afectaciones significativas en la nivelación del tablero ni en la operatividad del puente bajo las cargas de servicio evaluadas.

12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Cálculo de la velocidad de onda por Imai-Tonouchi,

$$V_s \left(\frac{m}{s} \right) = 97 \cdot (N_{60})^{0.314}$$

Cálculo de V_s para $N_{60} = 9.00$

$$N_{60} = 9.00$$

1. Exponente:

$$(N_{60})^{0.314} = (9.00)^{0.314}$$

2. Velocidad de onda V_s :

$$V_s = 97 \cdot (9.00)^{0.314}$$

Haciendo la potencia y la multiplicación:

$$V_s \approx 97 \cdot 1.994 \approx 193.41 \text{ m/s}$$

Redondeando:

$$V_s \approx 193 \text{ m/s}$$

En función del valor de la velocidad de onda, y lo consignado en la tabla A.2.4-1 de la NSR-10 que puede observarse a continuación:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	<p>Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:</p> <p>F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p>F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$)</p> <p>F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)</p>	

Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10

Se observa en la tabla anterior la caracterización del perfil estratigráfico en función del valor de V_s para los estratos realizados, obteniendo una clasificación de perfil de suelo tipo D, definido para el Perfil D en la Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10.

13. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

En función de todos los datos presentados anteriormente y las condiciones naturales del terreno, en la siguiente tabla se presentan los parámetros geotécnicos de diseño del suelo de fundación, para la construcción de edificación de categoría baja.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS	
Cimentación recomendada: Zapatas unidas por vigas de cimentación	
Nivel freático (m)	N/A
Clasificación del suelo de fundación. NSR-10-10 tabla A.2.4-1	Tipo D
Clasificación SUCS (1m) NSR10 H.2.5	ML
Capacidad Portante admisible neta del suelo (ton/m ²) DF=1.50	20.20
Dimensión de zapatas recomendada 1.00m x 6.00 m	
Ángulo de fricción ϕ	29.86
Nspt(N60) Valor corregido	9.00
Coeficiente Aa NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.15
Coeficiente Av NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.20

Tabla 14. Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia

Nota: si las cargas por columna son superiores a la carga patrón tomada para el cálculo del factor de seguridad FS, y los asentamientos máximos por consolidación primaria, deberá reportarse con antelación para verificar la variación de los asentamientos y el valor de la capacidad portante.

14. MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO

Con el fin de reducir los asentamientos generados por la presión de la estructura sobre el terreno arcilloso se debe mejorar el suelo con una capa de concreto ciclópeo de mínimo 0,4 metros de espesor con las siguientes recomendaciones

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.

- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo el espacio.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuza con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.

15. ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN

En el siguiente grafico puede observarse la alternativa de cimentación presentada para proyecto en Guachetá - Cundinamarca.



Se presenta el perfil de zapata mínimo recomendado, para una zapata de 1.00 por 6.00 con una capacidad portante de 20.20 ton/m².

16. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Weather Spark. (2021). CLIMATOLOGÍA DE GUACHETÁ.

A HARA, & T. (1971). Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils. Soils And foundations .

Barron, A. (1948). Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells. ACI.

Beer, E. D. (1970). Experimental Determination of the Shape Factors and Bearing Capacity Factors of Sand. Geotechnique.

Comisión permanente para el regimen de construcciones. (2010). NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE INGENIERIA SISMORRESISTENTE. Bogotá: Ministerio de Ambiente, edificación y desarrollo territorial.

Das, B. (2015). Fundamentos de ingeniería Geotécnica. Santa fé, Mexico: Cengage Learning.

Fox, E. (1948). The Mean Elastic Settlement of a Uniformly Loaded Area at a Depth Below the Ground Surface Engineering. Rotterdam: 2nd International Conference on Soil Mechanics and Foundation.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA. (2007). ATLAS GEOLOGICO DE COLOMBIA 2007. Bogotá: INGEOMINAS.

J Boussinesq. (1883). pplication des Potentials à L'Etude de L'Equilibre et du Mouvement des Solides. Paris: Gauthie.

Jambu, N. (1956). Veiledning vedlosning av fundamentering soppgaver. Norwegian Geotechnical Institute.

- L Bjerrum. (1974). Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. Norwegian Geotechnical institute.
- Meyerhof, A. H. (1981). Experimental Evaluation of Bearing Capacity of Footings Subjected to Inclined Loads. Canadian Geotechnical Journal.
- Meyerhof, D. (1963). Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal.
- Schmertmann, J. (1978). Improved Strain Influence Factor Diagrams,. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers.
- Skempton, A. (1986). Standard Penetration Test Procedures and the Effect in Sands of Overburden. Geotechnique.
- Skempton, A. W. (1960). Correspondence. Geotechnique.
- Terzaghi, k. (1925). Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage,. Viena: Deuticke.
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Nueva York: Wiley.
- Vesic, A. (1963). Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand. Highway Research Record.

		Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Cacheta Alto.		Ubicación: GUACHETÁ - CUNDINAMARCA 19/12/2025
Orden: 94-12-2025 Número de sondeo: 2 Número de muestras recuperadas: 5		Ingeniero encargado: Jan Pool Cervera Profundidad alcanzada: 6.00 m Nivel freático:		No drenado No se presenta
Factores de corrección ηh eficiencia martinete ηs corrección diámetro ηt corrección muestrador ηB corrección long barra		Descripción N15 N30 N45 N NEG		Profundidad (m) NF Color
0.10 0.42 2.35 3.85 5.35 6.00		SUELO ORGÁNICO LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA LIMO-ARCILLOSO INORGÁNICO CAFÉ OSCURO - NEGRO, CON FRACCIÓN GRUESA DE GRAVA ANGULAR, DE BAJA PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA FIRME A DURA		SE FINALIZA EXPLORACIÓN



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

1

Profundidad:

0.10-0.30 m

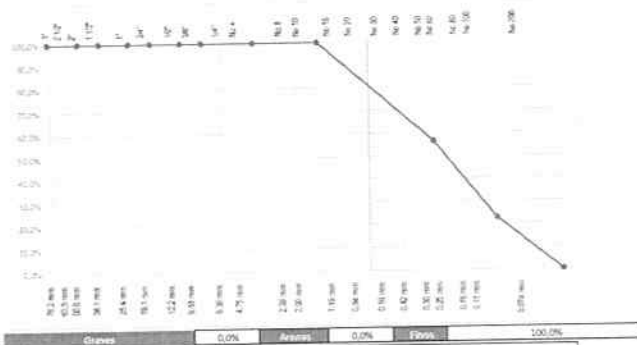
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	22	16
Recipiente	31	44	53
P1(gr) Recipiente	9,25	9,25	8,5
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14,32	13,58	13,02
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,12	12,52	11,84
Peso suelo húmedo(gr)	5,07	4,33	4,52
Suelo seco (gr)	3,87	3,27	3,34
Peso agua(gr)	1,2	1,06	1,18
Humedad	31,01%	32,42%	35,33%

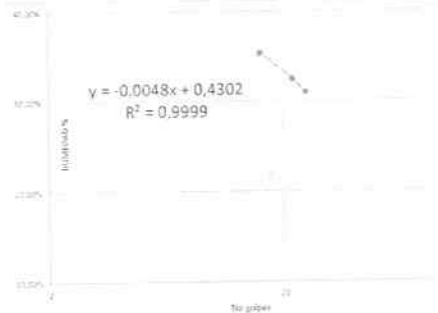
LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	2	10
P1(gr) Recipiente	5,79	5,85
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	9,51	10,28
P3(gr) recipiente+suelo seco	8,85	9,45
Peso suelo húmedo(gr)	3,72	4,43
Suelo seco (gr)	3,06	3,6
Peso agua(gr)	0,66	0,83
Humedad	21,57%	23,06%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	82
P1(gr)	94,53
P2(gr)	394,1
P3(gr)	325,08
Peso suelo húmedo(gr)	299,57
Suelo seco (gr)	230,55
Peso agua(gr)	69,02
Humedad	29,94%



Humedad %	29,94%
Límite líquido (LL)	31,0%
Límite plástico (LP)	22,3%
Índice de plasticidad (IP)	8,7%
Índice de consistencia (IC)	0,124
Índice de liquidez (IL)	0,88

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1522)				
PESO INICIAL g				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No. 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	100,58	43,6%	43,6%	56,4%
80	77,982	33,8%	77,5%	22,5%
200	51,986	22,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	230,55	100,0%		



Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JUAN POOL CERQUERA
MT 25100-331172-000

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No:

2

Profundidad:

0.30-1.97 m

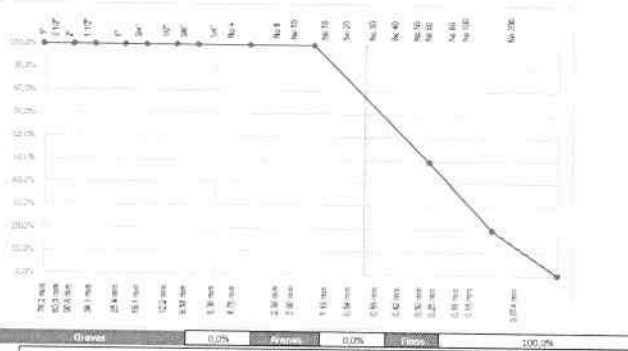
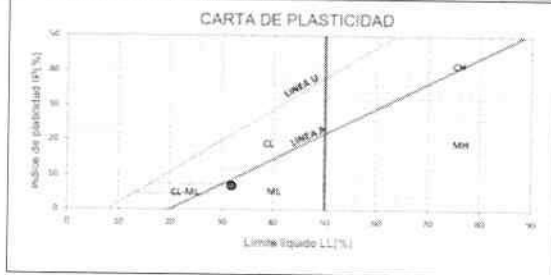
Fecha de ensayo:

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	27	19	15
Recipiente	31	42	50
P1(gr) Recipiente	9.25	9.04	8.92
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14.28	13.96	13.05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.07	12.68	11.92
Peso suelo humedo(gr)	5.03	4.92	4.13
Suelo seco (gr)	3.82	3.64	3
Peso agua(gr)	1.21	1.28	1.13
Humedad	31.68%	35.16%	37.67%

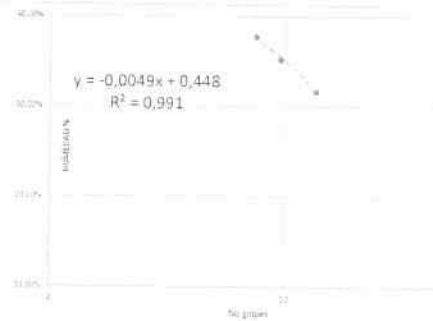
LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	20	24
P1(gr) Recipiente	5.74	5.53
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12.05	12.05
P3(gr) recipiente+suelo seco	10.81	10.72
Peso suelo humedo(gr)	6.31	6.52
Suelo seco (gr)	5.07	5.19
Peso agua(gr)	1.24	1.33
Humedad	24.46%	25.63%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	66
P1(gr)	78.57
P2(gr)	315.27
P3(gr)	267.56
Peso suelo humedo(gr)	236.7
Suelo seco (gr)	188.99
Peso agua(gr)	47.71
Humedad	25.24%



Humedad %	25.24%
Límite líquido (LL)	32.6%
Límite plástico (LP)	25.0%
Índice de plasticidad (IP)	7.5%
Índice de consistencia (IC)	0.973
Índice de liquidez (IL)	0.03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		188.99		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
3"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	85.83	45.6%	50.6%	49.4%
80	56.016	29.6%	80.2%	19.8%
200	37.344	19.8%	100.0%	0.0%
Fondo	188.99	100.0%		



Clasificación ASTHO	A-5	IG
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PANDO GONZALEZ
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel. 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

Jan Pool Cerquera
25200-333172 CND
Ingeniero Civil



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante:

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación:

SONDEO 1

Objeto de proyecto:

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No:

1

Profundidad:

1,97-3,47 m

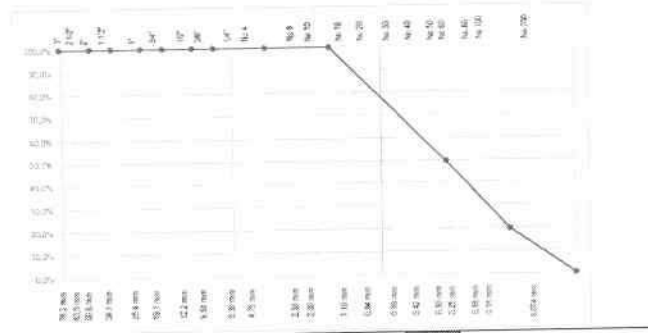
Fecha de ensayo:

22/12/2025

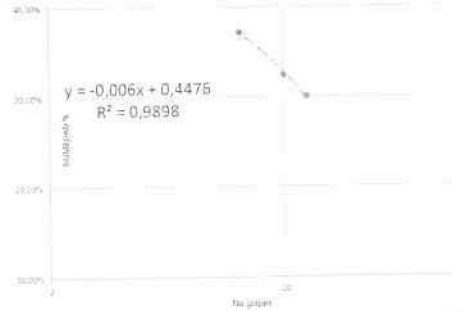
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	20	13
Recipiente	50	41	45
P1(gr) Recipiente	8,92	9,12	8,73
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14,42	13,62	13,05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,15	12,52	11,88
Peso suelo húmedo(gr)	5,5	4,5	4,32
Suelo seco (gr)	4,23	3,4	3,15
Peso agua(gr)	1,27	1,1	1,17
Humedad	30,02%	32,35%	37,14%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)	
Recipiente	18 25
P1(gr) Recipiente	5,38 5,64
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	11,89 11,98
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,62 10,75
Peso suelo húmedo(gr)	6,51 6,34
Suelo seco (gr)	5,24 5,11
Peso agua(gr)	1,27 1,23
Humedad	24,24% 24,07%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	68
P1(gr)	78,17
P2(gr)	324,41
P3(gr)	267,56
Peso suelo húmedo(gr)	246,24
Suelo seco (gr)	189,39
Peso agua(gr)	56,85
Humedad	30,02%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g.		189,39		
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	85,63	50,5%	50,5%	49,5%
80	56,256	29,7%	80,2%	19,8%
200	37,504	19,8%	100,0%	0,2%
Fondo	189,39	100,0%		



Humedad %	30,02%
Límite líquido (LL)	29,8%
Límite plástico (LP)	24,2%
Índice de plasticidad (IP)	5,6%
Índice de consistencia (IC)	-0,046
Índice de liquidez (IL)	1,05

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-331372 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de Cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratrotecnico@gmail.com

**DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

4

Profundidad:

3.47-4.970 m

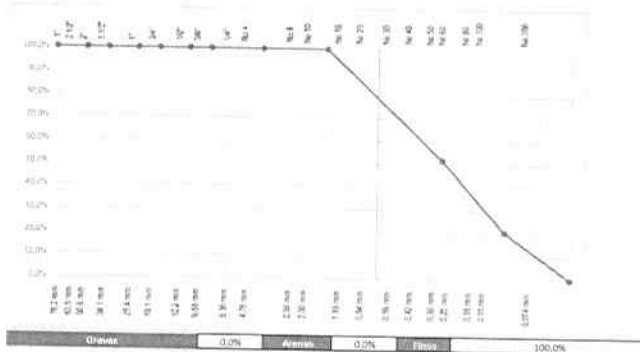
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	20	15
Recipiente	32	41	51
P1(gr) Recipiente	9,69	9,12	8,72
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,32	13,8	13,15
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,12	12,52	11,88
Peso suelo humedo(gr)	4,63	4,68	4,43
Suelo seco (gr)	3,43	3,4	3,16
Peso agua(gr)	1,2	1,28	1,27
Humedad	34,99%	37,65%	40,19%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	10	8
P1(gr) Recipiente	5,85	5,35
P2(gr) recipiente+suelo humedo	11,71	13,41
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,53	11,75
Peso suelo humedo(gr)	5,86	8,06
Suelo seco (gr)	4,68	6,4
Peso agua(gr)	1,18	1,66
Humedad	25,21%	25,94%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	96
P1(gr)	94,57
P2(gr)	377,04
P3(gr)	312,48
Peso suelo humedo(gr)	282,47
Suelo seco (gr)	217,91
Peso agua(gr)	64,56
Humedad	29,63%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		217,91		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No. 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	105,23	48.3%	48.3%	51.7%
80	87,608	40.2%	88.5%	11.5%
200	45,072	20.7%	109.2%	0.0%
Fondo	217,91	100.0%		



Humedad %	29,63%
Límite líquido (LL)	35,0%
Límite plástico (LP)	25,6%
Índice de plasticidad (IP)	9,4%
Índice de consistencia (IC)	0,571
Índice de liquidez (IL)	0,43



Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NEUSÓN PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. IAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzo tecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gachetá Alto.

Muestra No

1/5

Profundidad:

4.97-6.00 m

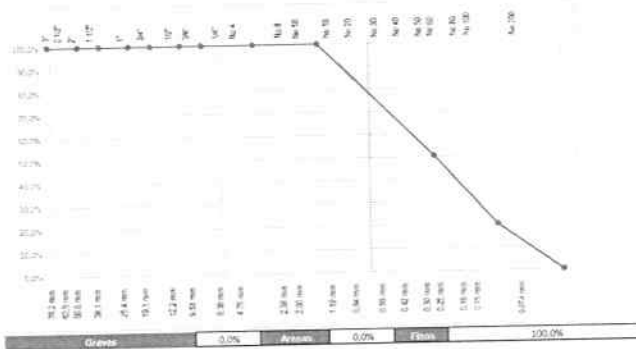
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	40	35	12
Recipiente	32	34	45
P1(gr) Recipiente	9,69	9,17	8,73
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14,22	22,18	25,28
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,21	19,05	20,61
Peso suelo húmedo(gr)	4,53	13,01	16,55
Suelo seco (gr)	3,52	9,88	11,88
Peso agua(gr)	1,01	3,13	4,67
Humedad	28,69%	31,68%	39,31%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	14	10
P1(gr) Recipiente	5,51	5,85
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	11,16	11,18
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,99	10,05
Peso suelo húmedo(gr)	5,65	5,33
Suelo seco (gr)	4,48	4,2
Peso agua(gr)	1,17	1,13
Humedad	26,12%	26,90%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	101
P1(gr)	94,57
P2(gr)	338,58
P3(gr)	286,36
Peso suelo húmedo(gr)	244,01
Suelo seco (gr)	191,79
Peso agua(gr)	52,22
Humedad	27,23%



Humedad %	27,23%
Límite líquido (LL)	34,8%
Límite plástico (LP)	26,5%
Índice de plasticidad (IP)	8,3%
Índice de consistencia (IC)	0,913
Índice de liquidez (IL)	0,09

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1532 (ASTM D 1532)				
PESO INICIAL g: 191,79				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	95,03	49,5%	49,5%	50,5%
80	58,056	30,3%	79,8%	20,2%
200	36,704	19,2%	100,0%	0,0%
Fondo	191,79	100,0%		



Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON Pardo GONZALEZ
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzoarq@gmail.com

Jan Pool Cerquera
25200-333172 CND
Ingeniero Civil



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZ ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

1

Profundidad:

0.10-0.42 m

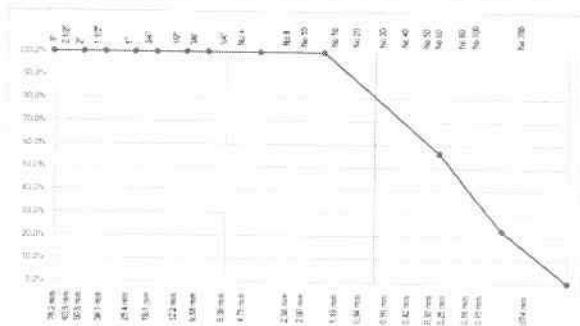
Fecha de ensayo

22/12/2025

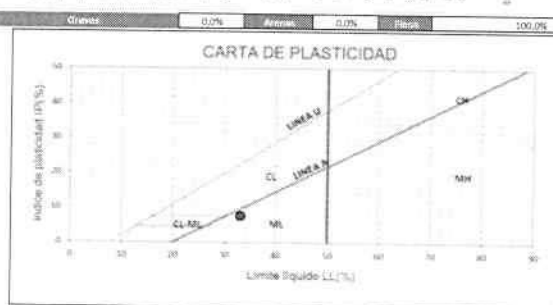
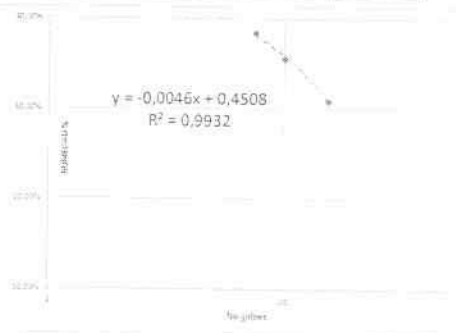
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	31	20	15
Recipiente	31	42	51
P1(gr) Recipiente	9,25	9,04	8,72
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,17	13,89	13,01
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,01	12,62	11,82
Peso suelo humedo(gr)	4,92	4,85	4,29
Suelo seco (gr)	3,76	3,58	3,1
Peso agua(gr)	1,16	1,27	1,19
Humedad	30,85%	35,47%	38,39%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	9	11
P1(gr) Recipiente	5,56	5,64
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,96	12,56
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,15	11,12
Peso suelo humedo(gr)	9,4	6,92
Suelo seco (gr)	7,59	5,48
Peso agua(gr)	1,81	1,44
Humedad	23,85%	26,28%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	88
P1(gr)	94,57
P2(gr)	385,54
P3(gr)	325,08
Peso suelo humedo(gr)	290,97
Suelo seco (gr)	230,51
Peso agua(gr)	60,46
Humedad	26,23%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1522)				
PESO INICIAL g		230,51		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
Nº 4		0,0%	0,0%	100,0%
20		0,0%	0,0%	100,0%
40	100,58	43,6%	43,6%	56,4%
80	77,958	33,8%	77,5%	22,5%
200	51,972	22,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	230,51	100,0%		



Humedad %	26,23%
Límite líquido (LL)	33,6%
Límite plástico (LP)	25,1%
Índice de plasticidad (IP)	8,5%
Índice de consistencia (IC)	0,863
Índice de liquidez (IL)	0,14

Clasificación ASTHO	
A-5	19
Clasificación USCS	
ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Jan Pool Cerquera
25200-333172 CND
Ingeniero Civil

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca.

Tel: 3115460884

Email: tratztotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

2

Profundidad:

0.42-2.35 m

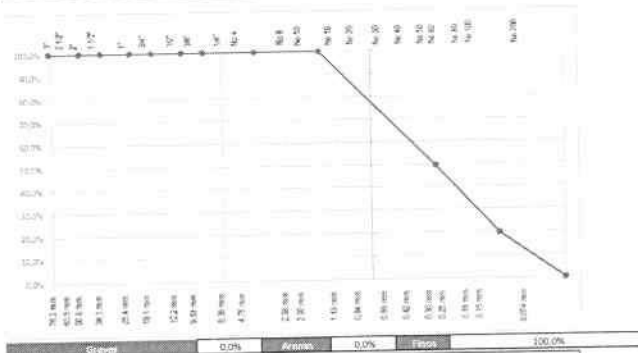
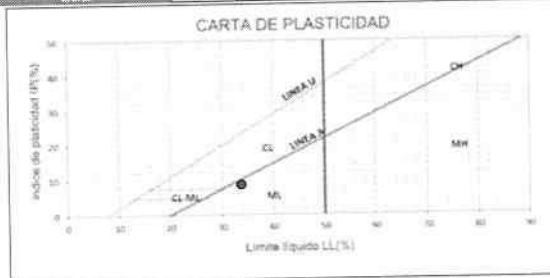
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	30	19	14
Recipiente	58	44	37
P1(gr) Recipiente	8.83	9.25	8.95
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14.36	14.37	14.05
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.01	12.99	12.58
Peso suelo húmedo(gr)	5.53	5.12	5.1
Suelo seco (gr)	4.18	3.74	3.63
Peso agua(gr)	1.35	1.38	1.47
Humedad	32.30%	36.90%	40.50%

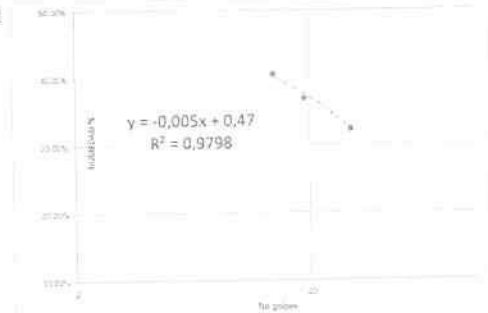
LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	8	14
P1(gr) Recipiente	5.35	5.51
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	13.26	12.96
P3(gr) recipiente+suelo seco	11.67	11.47
Peso suelo húmedo(gr)	7.91	7.45
Suelo seco (gr)	6.32	5.96
Peso agua(gr)	1.59	1.49
Humedad	25.16%	25.00%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	68
P1(gr)	78.17
P2(gr)	315.13
P3(gr)	267.56
Peso suelo húmedo(gr)	236.96
Suelo seco (gr)	189.39
Peso agua(gr)	47.57
Humedad	25.12%



Humedad %	25.12%
Límite líquido (LL)	34.5%
Límite plástico (LP)	25.1%
Índice de plasticidad (IP)	9.4%
Índice de consistencia (IC)	0.996
Índice de liquidez (IL)	0.00

ARENA GRANULOMÉTRICA NTC 1532 (NTC 1532)				
PESO INICIAL g		189.39		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	95.63	50.5%	50.5%	49.5%
80	56.256	29.7%	80.2%	19.8%
200	37.504	19.8%	100.0%	0.0%
Tonido	189.39	100.0%		



Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALEZ
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 21300-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de Cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnica@gmail.com

Jan Pool Cerquera
251200-333172CND
Ingeniero Civil



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto,

Muestra No.

3

Profundidad:

2.35-3.85m

Fecha de ensayo:

27/12/2025

LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	33	22	15
Recipiente	52	37	33
P1(gr) Recipiente	9.24	8.95	9.09
P2(gr) recipiente+suelo humedo	13.95	14.18	14.31
P3(gr) recipiente+suelo seco	13	12.99	13.02
Peso suelo humedo(gr)	4.71	5.23	5.22
Suelo seco (gr)	3.76	4.04	3.93
Peso agua(gr)	0.95	1.19	1.29
Humedad	25.27%	29.46%	32.82%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5.64	5.69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12.87	11.61
P3(gr) recipiente+suelo seco	11.46	10.46
Peso suelo humedo(gr)	7.23	5.92
Suelo seco (gr)	5.82	4.77
Peso agua(gr)	1.41	1.15
Humedad	24.23%	24.11%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77.07
P2(gr)	318.09
P3(gr)	267.56
Peso suelo humedo(gr)	241.02
Suelo seco (gr)	190.49
Peso agua(gr)	50.53
Humedad	26.53%

1 1/2" 1 1/4" 3/4" 3/8" 1/2" 3/16" 1/8" 1/16" 1/32" 1/64" 1/128" 1/256" 1/512" 1/1024" 1/2048" 1/4096" 1/8192" 1/16384" 1/32768" 1/65536" 1/131072" 1/262144" 1/524288" 1/1048576" 1/2097152" 1/4194304" 1/8388608" 1/16777216" 1/33554432" 1/67108864" 1/134217728" 1/268435456" 1/536870912" 1/1073741824" 1/2147483648" 1/4294967296" 1/8589934592" 1/17179869184" 1/34359738368" 1/68719476736" 1/137438953472" 1/274877906944" 1/549755813888" 1/1099511627776" 1/2199023255552" 1/4398046511104" 1/8796093022208" 1/17592186044416" 1/35184372088832" 1/70368744177664" 1/140737488355328" 1/281474976710656" 1/562949953421312" 1/1125899906842624" 1/2251799813685248" 1/4503599627370496" 1/9007199254740992" 1/18014398509481984" 1/36028797018963968" 1/72057594037927936" 1/144115188075855872" 1/288230376151711744" 1/576460752303423488" 1/1152921504606846976" 1/2305843009213693952" 1/4611686018427387904" 1/9223372036854775808" 1/18446744073709551616" 1/36893488147419103232" 1/73786976294838206464" 1/147573952589676412928" 1/295147905179352825856" 1/590295810358705651712" 1/1180591620717411303424" 1/2361183241434822606848" 1/4722366482869645213696" 1/9444732965739290427392" 1/18889465931478580854784" 1/37778931862957161709568" 1/75557863725914323419136" 1/151115727451828646838272" 1/302231454903657293676544" 1/604462909807314587353088" 1/1208925819614629174706176" 1/2417851639229258349412352" 1/4835703278458516698824704" 1/9671406556917033397649408" 1/19342813113834066795298816" 1/38685626227668133590597632" 1/77371252455336267181195264" 1/154742504910672534362390528" 1/309485009821345068724781056" 1/618970019642690137449562112" 1/1237940039285380274899124224" 1/2475880078570760549798248448" 1/4951760157141521099596496896" 1/9903520314283042199192993792" 1/19807040628566084398385987584" 1/39614081257132168796771975168" 1/79228162514264337593543950336" 1/158456325028528675187087900672" 1/316912650057057350374175801344" 1/633825300114114700748351602688" 1/1267650600228229401496703205376" 1/2535301200456458802993406410752" 1/5070602400912917605986812821504" 1/10141204801825835211973625643008" 1/20282409603651670423947251286016" 1/40564819207303340847894502572032" 1/81129638414606681695789005144064" 1/162259276829213363391578010288128" 1/324518553658426726783156020576256" 1/649037107316853453566312041152512" 1/1298074214633706907132624082305024" 1/2596148429267413814265248164610048" 1/5192296858534827628530496329220096" 1/10384593717069655257060992658440192" 1/20769187434139310514121985316880384" 1/41538374868278621028243970633760768" 1/83076749736557242056487941267521536" 1/166153499473114484112975882535043072" 1/332306998946228968225951765070086144" 1/664613997892457936451903530140172288" 1/1329227995784915872903807060280344576" 1/2658455991569831745807614120560689152" 1/5316911983139663491615228241121378304" 1/10633823966279326983230456482242756608" 1/21267647932558653966460912964485513216" 1/42535295865117307932921825928971026432" 1/85070591730234615865843651857942052864" 1/170141183460469231731687303715884105728" 1/340282366920938463463374607431768211456" 1/680564733841876926926749214863536422912" 1/1361129467683753853853498429727072845824" 1/2722258935367507707706996859454145691648" 1/5444517870735015415413993718908291383296" 1/10889035741470030830827987437816582766592" 1/21778071482940061661655974875633165533184" 1/43556142965880123323311949751266331066368" 1/87112285931760246646623899502532662132736" 1/174224571863520493293247799005065324265472" 1/348449143727040986586495598010130648530944" 1/696898287454081973172991196020261297061888" 1/1393796574908163946345982392040522594123776" 1/2787593149816327892691964784081045188247552" 1/5575186299632655785383929568162090376495104" 1/11150372599265311570767859136324180752990208" 1/22300745198530623141535718272648361505980416" 1/44601490397061246283071436545296723011960832" 1/89202980794122492566142873090593446023921664" 1/178405961588244985132285746181186892047843328" 1/356811923176489970264571492362373784095686656" 1/713623846352979940529142984724747568191373312" 1/1427247692705959881058285969449495136382746624" 1/2854495385411919762116571938898990272765493248" 1/5708990770823839524233143877797980545530986496" 1/11417981541647679048466287755595961091061972992" 1/22835963083295358096932575511191922182123945984" 1/45671926166590716193865151022383844364247891968" 1/91343852333181432387730302044767688728495783936" 1/182687704666362864775460604089535377456991567872" 1/365375409332725729550921208179070754913983135744" 1/730750818665451459101842416358141509827966271488" 1/1461501637330902918203684832716283019655932542976" 1/2923003274661805836407369665432566039311865085952" 1/5846006549323611672814739330865132078623730171904" 1/11692013098647223345629478661730264157247460343808" 1/23384026197294446691258957323460528314494920687616" 1/46768052394588893382517914646921056628989841375232" 1/93536104789177786765035829293842113257979682750464" 1/187072209578355573530071658587684226515959365500928" 1/374144419156711147060143317175368453031918731001856" 1/748288838313422294120286634350736906063837462003712" 1/1496577676626844588240573268701473812127674924007424" 1/2993155353253689176481146537402947624255349848014848" 1/5986310706507378352962293074805895248510699696029696" 1/11972621413014756705924586149611790497021399392059392" 1/23945242826029513411849172299223580994042798784118784" 1/47890485652059026823698344598447161988085597568237568" 1/95780971304118053647396689196894323976171195136475136" 1/191561942608236107294793378393788647952342390272950272" 1/383123885216472214589586756787577295904684780545900544" 1/766247770432944429179173513575154591809369561091801088" 1/1532495540865888858358347027150309183618739122183602176" 1/3064991081731777716716694054300618367237478244367204352" 1/6129982163463555433433388108601236734474956488734408704" 1/12259964326927110866866776217202473468949912977468817408" 1/24519928653854221733733552434404946937899825954937634816" 1/49039857307708443467467104868809893875799651909875269632" 1/98079714615416886934934209737619787751599303819750539264" 1/196159429230833773869868419475239575503198607639501078528" 1/392318858461667547739736838950479151006397215279002157056" 1/784637716923335095479473677900958302012794430558004314112" 1/1569275433846670190958947355801916604025588861116008628224" 1/3138550867693340381917894711603833208051177722232017256448" 1/6277101735386680763835789423207666416102355444464034512896" 1/12554203470773361527671578846415332832204710888928069025792" 1/25108406941546723055343157692830665664409421777856138051584" 1/50216813883093446110686315385661331328818843555712276103168" 1/100433627766186892221372630771322662657637687111424552206336" 1/200867255532373784442745261542645325315275374222849104412672" 1/401734511064747568885490523085290650630550748445698208825344" 1/803469022129495137770981046170581301261101496891396417650688" 1/1606938044258990275541962092341162602522202993782792835301376" 1/3213876088517980551083924184682325205044405987565585670602752" 1/6427752177035961102167848369364650410088811975131171341205504" 1/12855504354071922204335696738729300820177623950262342682411008" 1/25711008708143844408671393477458601640355247900524685364822016" 1/51422017416287688817342786954917203280710495801049370729644032" 1/102844034832575377634685573909834406561420991602098741459288064" 1/205688069665150755269371147819668813122841983204197482918576128" 1/411376139330301510538742295639337626245683966408394965837152256" 1/822752278660603021077484591278675252491367932816789931674304512" 1/1645504557321206042154969182557350504982735865633579863348609024" 1/3291009114642412084309938365114701009965471731267159726697218048" 1/6582018229284824168619876730229402019930943462534319453394436096" 1/13164036458569648337239753460458804039861886925068638906788872192" 1/26328072917139296674479506920917608079723773850137277813577744384" 1/52656145834278593348959013841835216159447547700274555627155488768" 1/105312291668557186697918027683670432318895095400549111254310975536" 1/210624583337114373395836055367340864637790190801098222508621951072" 1/421249166674228746791672110734681729275580381602196445017243902144" 1/842498333348457493583344221469363458551160763204392890034487804288" 1/1684996666896914987166688442938726917102321526408785780068975608576" 1/3369993333793829974333376885877453834204643052817571560137951217152" 1/6739986667587659948666753771754907668409286105635143120275902434304" 1/13479973335175319897333507543509815336818572211270286240551804868608" 1/26959946670350639794667015087019630673637144422540572481103609737216" 1/53919893340701279589334030174039261347274288845081144962207219474432" 1/107839786681402559178668060348078522694548577690162289924414439548864" 1/215679573362805118357336120696157045389097155380324579848828879097728" 1/431359146725610236714672241392314090778194310760649159697657758195456" 1/862718293451220473429344482784628181556388621521298319395315516390912" 1/1725436586902440946858688965569256363112777243042596638790631032781824" 1/3450873173804881893717377931138512726225554486085193277581262065563648" 1/6901746347609763787434755862277025452451108972170386555162524131127296" 1/13803492695219527574869511724554050904902217944340773110325048262254592" 1/27606985390439055149739023449108101809804435888681546220650096524509184" 1/55213970780878110299478046898216203619608871777363092441300193049018368" 1/110427941561756220598956093796432407239217743554726184882600386098036736" 1/220855883123512441197912187592864814478435487109452369765200772196073472" 1/441711766247024882395824375185729628956870974218904739530401544392146944" 1/883423532494049764791648750371459257913741948437809479060803088784293888" 1/1766847064988099529583297500742918515827483896875618958121606177568587776" 1/3533694129976199059166595001485837031654967793751237916243212355137175552" 1/7067388259952398118333190002971674063309935587502475832486424710274351104" 1/14134776519904796236666380005943348126619871175004951664972849420548702208" 1/28269553039809592473332760011886696253239742350009903329945698841097404416" 1/56539106079619184946665520023773392506479484700019806659891397682194808832" 1/113078212159238369893331040047546785012958969400039613319782795364389617664" 1/226156424318476739786662080095093570025917938800079226639565590728779235328" 1/452312848636953479573324160190187140051835877600158453279131181457558470656" 1/904625697273906959146648320380374280103671755200316906558262362915116941312" 1/1809251394547813918293296640760748560207343510400633813116524725830233882624" 1/3618502789095627836586593281521497120414687020801267626233049451660467765248" 1/723700557

**DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

4

Profundidad:

3.85-5.35 m

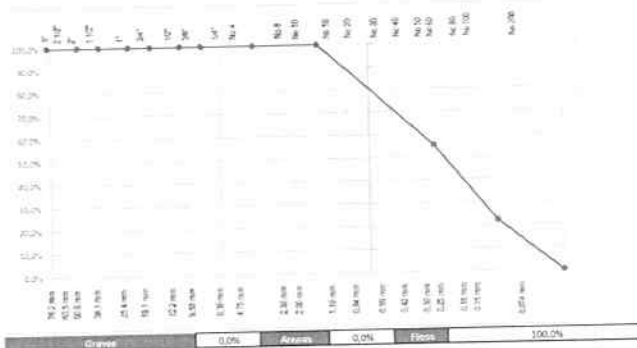
Fecha de ensayo

22/12/2025

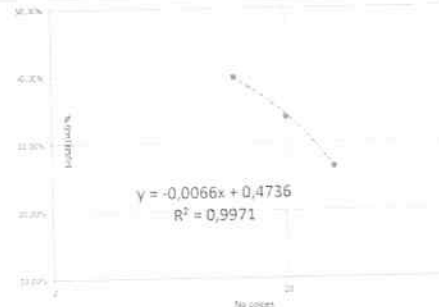
LÍMITE LÍQUIDO NYC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	32	20	12
Recipiente	55	34	33
P1(gr) Recipiente	8,99	9,17	9,09
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,06	14,28	14,58
P3(gr) recipiente+suelo seco	13	12,99	13,02
Peso suelo humedo(gr)	5,07	5,11	5,49
Suelo seco (gr)	4,01	3,82	3,93
Peso agua(gr)	1,06	1,29	1,56
Humedad	26,43%	33,77%	39,69%

LÍMITE PLÁSTICO NYC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5,64	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12,86	11,65
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,46	10,46
Peso suelo humedo(gr)	7,22	5,96
Suelo seco (gr)	5,82	4,77
Peso agua(gr)	1,4	1,19
Humedad	24,05%	24,95%

HUMEDAD NATURAL NYC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77,07
P2(gr)	365,58
P3(gr)	312,48
Peso suelo humedo(gr)	288,51
Suelo seco (gr)	235,41
Peso agua(gr)	53,1
Humedad	22,56%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NYC 1332 (NYC 1332)				
PESO INICIAL g				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	105.23	44.7%	44.7%	55.3%
80	78.108	31.2%	75.9%	24.1%
200	52.072	21.1%	100.0%	0.0%
Fondo	235.41	100.0%		



Humedad %	22,56%
Límite líquido (LL)	30,9%
Límite plástico (LP)	24,5%
Índice de plasticidad (IP)	6,4%
Índice de consistencia (IC)	1,306
Índice de liquidez (IL)	-0,31

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PABLO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JUAN POOL CERQUERA
MT 25200-134477 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZ ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.

Muestra No

2

Profundidad:

5.35-6.00 m

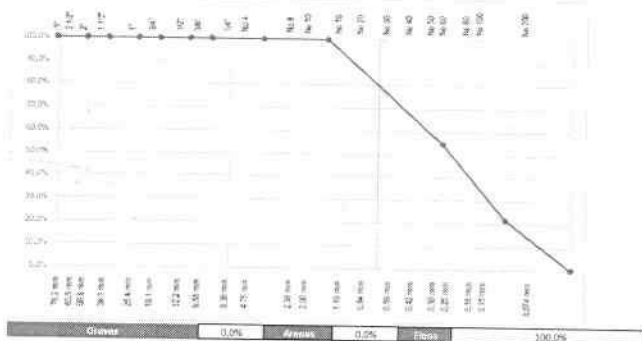
Fecha de ensayo

22/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NYC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	33	27	15
Recipiente	51	36	32
P1(gr) Recipiente	8,72	9,34	9,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14,42	14,41	14,42
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,08	13,05	13,08
Peso suelo humedo(gr)	5,7	5,07	4,73
Suelo seco (gr)	4,36	3,71	3,39
Peso agua(gr)	1,34	1,36	1,34
Humedad	30,73%	36,66%	39,53%

LÍMITE PLÁSTICO NYC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	25	28
P1(gr) Recipiente	5,64	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	13,05	11,72
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,46	10,46
Peso suelo humedo(gr)	7,41	6,03
Suelo seco (gr)	5,82	4,77
Peso agua(gr)	1,59	1,26
Humedad	27,32%	26,42%

HUMEDAD NATURAL NYC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	70
P1(gr)	77,07
P2(gr)	341,88
P3(gr)	286,36
Peso suelo humedo(gr)	264,81
Suelo seco (gr)	209,29
Peso agua(gr)	55,52
Humedad	26,53%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NYC 1532 (NYC 1532)				
PESO INICIAL g		209,29		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
2"		0,0%	0,0%	100,0%
3"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	95,03	45,4%	45,4%	54,6%
80	66,556	31,8%	77,2%	22,8%
200	45,704	21,8%	99,0%	0,9%
Fondo	209,29	100,0%		



Humedad %	26,53%
Límite líquido (LL)	34,9%
Límite plástico (LP)	26,9%
Índice de plasticidad (IP)	8,0%
Índice de consistencia (IC)	1,042
Índice de liquidez (IL)	-0,04



Clasificación	
Clasificación ASTM	A-5
Clasificación USCS	ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JUAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

Juan Pool Cerquera
Ingeniero Civil

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ- CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1																								
Profundidad:	0.10-0.30 m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	22/12/2025																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>565,01</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>565,02</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>565,01</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>565,01</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	565,01	Peso humedo 2 (gr)	565,02	Peso humedo 3 (gr)	565,01	Peso humedo prom. (gr)	565,01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td><u>1,918</u></td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,92</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>29,9%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td><u>1,476</u></td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,476</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	<u>1,918</u>	y t (tn/m3)	1,92	W humedad (%)	29,9%	y d (gr/cm3)	<u>1,476</u>	y d (tn/m3)	1,476	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Altura del cilindro (cm)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">15</td> </tr> </table>	Altura del cilindro (cm)		15	
Peso humedo 1 (gr)	565,01																													
Peso humedo 2 (gr)	565,02																													
Peso humedo 3 (gr)	565,01																													
Peso humedo prom. (gr)	565,01																													
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
y t (gr/cm3)	<u>1,918</u>																													
y t (tn/m3)	1,92																													
W humedad (%)	29,9%																													
y d (gr/cm3)	<u>1,476</u>																													
y d (tn/m3)	1,476																													
Altura del cilindro (cm)																														
15																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																					
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																											

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ- CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1																								
Profundidad:	0.30-1.97 m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	22/12/2025																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>550,01</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>550,02</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>550,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>550,02</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	550,01	Peso humedo 2 (gr)	550,02	Peso humedo 3 (gr)	550,03	Peso humedo prom. (gr)	550,02	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td><u>1,867</u></td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,87</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,2%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td><u>1,491</u></td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,491</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	<u>1,867</u>	y t (tn/m3)	1,87	W humedad (%)	25,2%	y d (gr/cm3)	<u>1,491</u>	y d (tn/m3)	1,491	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Altura del cilindro (cm)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">15</td> </tr> </table>	Altura del cilindro (cm)		15	
Peso humedo 1 (gr)	550,01																													
Peso humedo 2 (gr)	550,02																													
Peso humedo 3 (gr)	550,03																													
Peso humedo prom. (gr)	550,02																													
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
y t (gr/cm3)	<u>1,867</u>																													
y t (tn/m3)	1,87																													
W humedad (%)	25,2%																													
y d (gr/cm3)	<u>1,491</u>																													
y d (tn/m3)	1,491																													
Altura del cilindro (cm)																														
15																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																					
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																											

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																		
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1														
Profundidad:	1.97-3.47 m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Peso humedo 1 (gr)	560,15	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	560,16	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,902</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,90</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>30,0%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,463</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,463</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,902</u>	γ t (tn/m3)	1,90	W humedad (%)	30,0%	γ d (gr/cm3)	<u>1,463</u>	γ d (tn/m3)	1,463
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ t (gr/cm3)	<u>1,902</u>																			
γ t (tn/m3)	1,90																			
W humedad (%)	30,0%																			
γ d (gr/cm3)	<u>1,463</u>																			
γ d (tn/m3)	1,463																			
Peso humedo 3 (gr)	560,17																			
Peso humedo prom. (gr)	560,16																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																		
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1														
Profundidad:	3.47-4.97 m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Peso humedo 1 (gr)	555,21	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	555,2	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>1,885</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,89</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>29,6%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,454</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,454</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ t (tn/m3)	1,89	W humedad (%)	29,6%	γ d (gr/cm3)	<u>1,454</u>	γ d (tn/m3)	1,454
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																			
γ t (tn/m3)	1,89																			
W humedad (%)	29,6%																			
γ d (gr/cm3)	<u>1,454</u>																			
γ d (tn/m3)	1,454																			
Peso humedo 3 (gr)	555,22																			
Peso humedo prom. (gr)	555,21																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																		
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ- CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1														
Profundidad:	4.97-6.00 m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Altura del cilindro (cm)			15																	
Peso humedo 1 (gr)	555,16	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td><u>1,885</u></td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,2%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td><u>1,482</u></td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,482</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>	γ_t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	27,2%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,482</u>	γ_d (tn/m3)	1,482
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ_t (gr/cm3)	<u>1,885</u>																			
γ_t (tn/m3)	1,88																			
W humedad (%)	27,2%																			
γ_d (gr/cm3)	<u>1,482</u>																			
γ_d (tn/m3)	1,482																			
Peso humedo 2 (gr)	555,17																			
Peso humedo 3 (gr)	555,12																			
Peso humedo prom. (gr)	555,15																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																		
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2														
Profundidad:	0.10-0.42 m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Peso humedo 1 (gr)	555	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	555	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td>1,884</td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,2%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td>1,493</td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,493</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	1,884	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	26,2%	γ d (gr/cm3)	1,493	γ d (tn/m3)	1,493
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ t (gr/cm3)	1,884																			
γ t (tn/m3)	1,88																			
W humedad (%)	26,2%																			
γ d (gr/cm3)	1,493																			
γ d (tn/m3)	1,493																			
Peso humedo 3 (gr)	555																			
Peso humedo prom. (gr)	555																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																		
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2														
Profundidad:	0.42-2.35 m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	22/12/2025															
Peso humedo 1 (gr)	555,15	Altura del cilindro (cm)		15																
Peso humedo 2 (gr)	555,16	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td>1,885</td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,88</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,1%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td>1,506</td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,506</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	1,885	γ t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	25,1%	γ d (gr/cm3)	1,506	γ d (tn/m3)	1,506
PESO UNITARIO ISRM 07																				
Volumen(cm3)	294,52																			
γ t (gr/cm3)	1,885																			
γ t (tn/m3)	1,88																			
W humedad (%)	25,1%																			
γ d (gr/cm3)	1,506																			
γ d (tn/m3)	1,506																			
Peso humedo 3 (gr)	555,1																			
Peso humedo prom. (gr)	555,137																			
Diametro 1 (cm)	5																			
Diametro 2 (cm)	5																			
Diametro 3 (cm)	5																			
Diametro prom. (cm)	5,00																			
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

TRAITZO		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																																											
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación: Sondeo 2																																								
Profundidad:	2.35-3.85m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	22/12/2025																																								
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>552</td> </tr> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	552	Peso humedo 2 (gr)	552	Peso humedo 3 (gr)	552	Peso humedo prom. (gr)	552	Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td colspan="3">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td colspan="2">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td colspan="2">1,874</td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td colspan="2">1,87</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td colspan="2">26,5%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td colspan="2">1,481</td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td colspan="2">1,481</td> </tr> </table>				Altura del cilindro (cm)		15	PESO UNITARIO ISRM 07			Volumen(cm3)	294,52		γ_t (gr/cm3)	1,874		γ_t (tn/m3)	1,87		W humedad (%)	26,5%		γ_d (gr/cm3)	1,481		γ_d (tn/m3)	1,481	
Peso humedo 1 (gr)	552																																												
Peso humedo 2 (gr)	552																																												
Peso humedo 3 (gr)	552																																												
Peso humedo prom. (gr)	552																																												
Diametro 1 (cm)	5																																												
Diametro 2 (cm)	5																																												
Diametro 3 (cm)	5																																												
Diametro prom. (cm)	5,00																																												
Altura del cilindro (cm)		15																																											
PESO UNITARIO ISRM 07																																													
Volumen(cm3)	294,52																																												
γ_t (gr/cm3)	1,874																																												
γ_t (tn/m3)	1,87																																												
W humedad (%)	26,5%																																												
γ_d (gr/cm3)	1,481																																												
γ_d (tn/m3)	1,481																																												
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25206-333172 CND																																										

TRAITZO		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																																											
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.		Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación: Sondeo 2																																								
Profundidad:	3.85-5.35 m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	22/12/2025																																								
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>558,05</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>558,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>558,06</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>558,047</td> </tr> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	558,05	Peso humedo 2 (gr)	558,03	Peso humedo 3 (gr)	558,06	Peso humedo prom. (gr)	558,047	Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td colspan="3">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td colspan="2">294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td colspan="2">1,895</td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td colspan="2">1,89</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td colspan="2">22,6%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td colspan="2">1,546</td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td colspan="2">1,546</td> </tr> </table>				Altura del cilindro (cm)		15	PESO UNITARIO ISRM 07			Volumen(cm3)	294,52		γ_t (gr/cm3)	1,895		γ_t (tn/m3)	1,89		W humedad (%)	22,6%		γ_d (gr/cm3)	1,546		γ_d (tn/m3)	1,546	
Peso humedo 1 (gr)	558,05																																												
Peso humedo 2 (gr)	558,03																																												
Peso humedo 3 (gr)	558,06																																												
Peso humedo prom. (gr)	558,047																																												
Diametro 1 (cm)	5																																												
Diametro 2 (cm)	5																																												
Diametro 3 (cm)	5																																												
Diametro prom. (cm)	5,00																																												
Altura del cilindro (cm)		15																																											
PESO UNITARIO ISRM 07																																													
Volumen(cm3)	294,52																																												
γ_t (gr/cm3)	1,895																																												
γ_t (tn/m3)	1,89																																												
W humedad (%)	22,6%																																												
γ_d (gr/cm3)	1,546																																												
γ_d (tn/m3)	1,546																																												
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25206-333172 CND																																										



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 2 - Vereda Gacheta Alto.	Ubicación:	GUACHETÁ-CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2														
Profundidad:	5.35-6.00 m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	Sondeo 2														
Peso humedo 1 (gr)	553,12	Altura del cilindro (cm)		15															
Peso humedo 2 (gr)	553	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th></tr></thead><tbody><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,878</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,88</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>26,5%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,484</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,484</td></tr></tbody></table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,878</u>	γ_t (tn/m3)	1,88	W humedad (%)	26,5%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,484</u>	γ_d (tn/m3)	1,484
PESO UNITARIO ISRM 07																			
Volumen(cm3)	294,52																		
γ_t (gr/cm3)	<u>1,878</u>																		
γ_t (tn/m3)	1,88																		
W humedad (%)	26,5%																		
γ_d (gr/cm3)	<u>1,484</u>																		
γ_d (tn/m3)	1,484																		
Peso humedo 3 (gr)	553,14																		
Peso humedo prom. (gr)	553,087																		
Diametro 1 (cm)	5																		
Diametro 2 (cm)	5																		
Diametro 3 (cm)	5																		
Diametro prom. (cm)	5,00																		
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																	

Ing. Ericson Jan Pool Cerquera Vásquez

C.C. 1.018.459.196 · Matrícula profesional COPNIA: 25202-333172 (Vigente)

Ciudad: Bogotá · Dirección: Vereda Tiquiza, Chía (Cund.)

Contacto: 311 546 0884 – 313 805 2044 · Correo: jan_pool_13@hotmail.com

PERFIL

Ingeniero civil con especialización en Pavimentos y Estructuras. Gerente técnico de Suelos J&A S.A.S. desde 2016. Experiencia en estudios de suelos, sondeos (manual y mecánico), ensayos de laboratorio, capacidad portante y asentamientos (NSR-10 Título H), diseño/revisión de pavimentos y estabilidad de taludes.

FORMACIÓN

- Especialización en Ingeniería de Pavimentos – Universidad Católica de Colombia (2017).
- Especialización en Estructuras – Universidad Santo Tomás (2021).
- Ingeniero Civil – Universidad La Gran Colombia (2015).
- Maestría en Estructuras (en curso) – Universidad Militar Nueva Granada (desde 2022).

EXPERIENCIA RECIENTE (selección)

- Suelos J&A S.A.S. – Gerente Técnico (2016–Actual): Elaboración y radicación de estudios de suelos; coordinación de campo y laboratorio; informes para curaduría y planeación; diseño/modelación de pavimentos (INVIAS/IDU). Proyectos representativos: múltiples estudios en Chía y Bogotá.
- Geoandina – Ingeniero Auxiliar (6 meses): sísmica, tomografía e informes.
- MYR Ingeniería – Ingeniero Auxiliar (5 meses): hidrología, alcantarillado y acueducto (Sewer/WaterGEMS).
- HJ Ingenieros Civiles – Residente (4 meses): urbanismo e hidráulica.

SOFTWARE

BSA-PPCA, VISAR, CEDEM; SewerGEMS / WaterGEMS; MS Project; ArcGIS.

PUBLICACIONES (selección)

- Evaluation of variation of resistance of a mix asphalt MDC-19...
- Determinación de parámetros dinámicos...

SOPORTE DOCUMENTAL

Certificado COPNIA vigente y sin antecedentes (se anexa cuando se requiera).

Fecha: 26/08/2025

Jan Pool Cerquera
25202-333172
Ingeniero Civil
Firma del Ingeniero

Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
GPR CONSTRUCTORA INGENIERIA & ARQUITECTURA SAS
NIT: 900088206-0

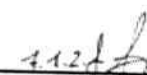
CERTIFICA QUE

El señor **ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, y matrícula profesional No **25202-333172 CND** labora para nuestra compañía desde 18 de **mayo de 2016** la fecha bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **Ingeniero geotecnista**, realizando las funciones descritas a continuación

- Coordinación de perforaciones de campo y análisis de perfiles estratigrafías, elaboración de estudios de suelos, orientados al cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos para edificaciones para edificaciones, realizado bajo los lineamientos estipulados en el **título H** del reglamento sismo resistente NSR-10

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los veinte dos (22) días del mes de septiembre del 2021.

Cordialmente,


ING. FERNEY ALONSO PACHON
INGENIERO CIVIL
C.C 3.196.553
MP 25202100572CND
Representante Legal
Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

Bogotá D.C. 07 de abril de 2021

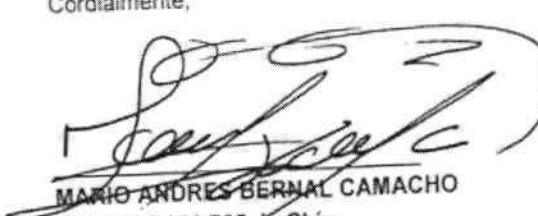
**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
SUELOS J&A SAS
NIT: 900.969.507-6
CERTIFICA QUE**

El señor **ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, laboro para nuestra compañía desde **mayo de 2016 hasta diciembre de 2018** bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **GERENTE TECNICO**, y sus principales funciones fueron:

- Diseñar, definir, direccionar, planificar, organizar, implementar, controlar y validar los Proyectos de Ingeniería Civil propios del diseño estructural.
- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los siete (07) días del mes de abril del 2021.

Cordialmente,


MARIO ANDRES BERNAL CAMACHO
C.C 1.072.662.765 de Chía
Representante Legal
SUELOS J & A SAS



Carrera 14F # 7 -15 IBARO 2
Chía-Cundinamarca
Tel: 3115460884-3138052044
gerenciasuelosja@gmail.com
gerenciatecnicasuelosja@gmail.com

EL SUSCRITO CONTADOR PUBLICO DE LA COMPAÑIA PROGGETO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT: 901341187-1

CERTIFICA QUE

El señor ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, labora para esta empresa con el cargo de GERENTE TECNICO desde el 18 de noviembre de 2019, con un contrato a término indefinido vigente y sus principales funciones son:

- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los ocho (08) días del mes de noviembre de 2023.

Cordialmente,



Clara Ives Camacho Beltrán
C.C 35198613 de Chia
Gestión Humana

Carrera 14 C No. 7-56 Ibaro II
Chia (Cundinamarca)
Tel: 3115460884-3138052044
progetto.gerencia@gmail.com
progetto.gerenciatecnica@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

Vigilada Mineducación
Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 1970

CONSIDERANDO QUE:

ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VÁSQUEZ
C.C. 1018459196 BOGOTÁ D.C.

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ
CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY Y LOS REGLAMENTOS. LE CONFIERE EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS**

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.

BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE 7 DE 2017



[Signature]
RECTOR

[Signature]
SECRETARIO GENERAL

[Signature]
DECANO

ANOTADO AL FOLIO NO. 304 5 PC LIBRO 2 DEL 7 DE DICIEMBRE DE 2017

20385



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
25202-333172 CND
Fecha de Expedición: 10/06/2016

Nombre:
**ERICCCSON JAN POOL
CERQUERA VASQUEZ**
Cédula:
C.C. 1018459196
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

[Signature]
PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA, Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

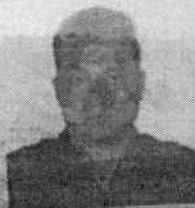
REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CÉDULA DE CIUDADANÍA

NÚMERO: **1.018.459.196**
CERQUERA VASQUEZ

APellidos:
ERICCCSON JAN POOL

NOMBRES:

[Signature]
Firma



ÍNDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO: **10-MAY-1993**
VILLAVICENCIO
(META)

LUGAR DE NACIMIENTO:
1.65

ESTATURA: **O+**

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN:
12-MAY-2011 BOGOTÁ D.C.

REGISTRADORA NACIONAL

[Signature]
REGISTRADORA NACIONAL



A: 1506156-01134396 M: 1018459196-20200226 007020010A 1 0012003229



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3968259

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ERICCSOON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1018459196, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-333172 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Octubre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Jan Pool Cerquera
25202-333172
Ingeniero Civil

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

ESTUDIO DE SUELOS – INFORME TÉCNICO

Versión 94-2025 – jueves, 8 de enero de 2026

Asunto: Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 – Vereda Ticha.

Jan Pool Cerquera
25202-333172CND
Ingeniero Civil

Responsable:

Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez

jueves, 8 de enero de 2026

Oficina de Planeación de Guachetá

REF Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 – Vereda Ticha.

En adjunto enviamos los resultados, conclusiones y recomendaciones correspondientes del estudio de suelos en referencia. Reiteramos a ustedes nuestra disposición para atender cualquier inquietud con respecto a este trabajo y confiamos poder colaborarles en futuros proyectos.

Atentamente.

Jan Pool Cerquera
25202-333172CND
Ingeniero Civil

Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez
MT: 25202-333172CND

jueves, 8 de enero de 2026

Oficina de planeación de Guachetá - Cundinamarca

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

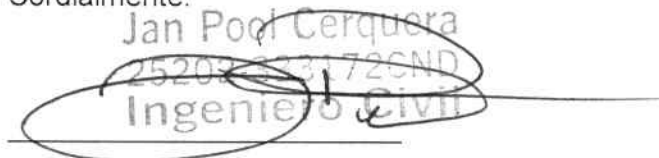
Yo, **JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** con Matrícula Profesional N° 25202-333172 del Consejo Profesional de Ingeniería COPNIA

CERTIFICO

Que realicé la consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 – Vereda Ticha. Fueron realizados en conformidad a lo descrito en la normativa colombiana vigente, A claro que me responsabilizo por los Estudios, Diseños y Cálculos, siempre y cuando en la Construcción se sigan textual y cabalmente las Directrices y Técnicas hechas por el Suscrito.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad y exonero a la Oficina de planeación de Guachetá, de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio, y asumo responsabilidad referente al requisito H.1.1.2.2. de la NSR-10 “cumplimiento y responsabilidad” con respecto a la ejecución del estudio geotécnico realizando todas las investigaciones y análisis necesarios para la identificación de las amenazas geotécnicas, la adecuada caracterización del subsuelo y los análisis de estabilidad de la edificación, construcciones vecinas, infraestructura existente, vías aledañas y posibles redes de servicios públicos que puedan llegar a presentarse.

Cordialmente:

The image shows a handwritten signature in black ink over a circular official stamp. The stamp contains the text 'Jan Pool Cerquera', '25202-333172CND', and 'Ingeniero Civil'. The signature is written in a cursive style, with the first name 'Jan' being prominent.

Firma

Jan Pool Cerquera Vásquez

Cc: 1.018.459.196

Tarjeta P No: 25202-333172

Cel:3138052044

TABLA CONTENIDO

GENERALIDADES	6
OBJETIVOS	7
1.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	8
2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL	8
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN	8
2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS	9
2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN	10
3. GEOLOGÍA REGIONAL	10
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA	12
5. CLIMATOLOGÍA	12
6. EXPLORACIÓN DE CAMPO	13
6.1. DATOS DE CAMPO SPT	14
7. ENSAYOS DE LABORATORIO	20
7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1	20
7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1	20
8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN	22
9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO	22
9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N60	22
9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES	23
10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE	23
10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD	23
10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA	24
10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0)	25
10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO	25
10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO	26
11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS	26
11.1. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO	27
12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO	27

13.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO	29
14.	MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO	30
15.	ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN	31
16.	LIMITACIONES	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10	8
Tabla 2.	Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10	9
Tabla 3.	Coordenadas de los sondeos	10
Tabla 4.	Perfil estratigráfico promedio	16
Tabla 5.	Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia	17
Tabla 6.	Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia	18
Tabla 7.	Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia	19
Tabla 8.	Perfil de Humedades. Fuente propia	20
Tabla 9.	Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia	21
Tabla 10.	Perfil pesos específicos. Fuente propia	21
Tabla 11.	Potencial de expansión, fuente Propia	22
Tabla 12.	Datos de entrada cálculo de capacidad portante	26
Tabla 13.	Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10	28
Tabla 14.	Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia	29

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del proyecto	8
Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración Fuente: elaboración propia	10
Ilustración 3. Geología local	11
Ilustración 4. Esquema de referencia; se adopta $Aa=0,15$ y $Av=0,20$ según NSR-10	12
Ilustración 5. Climatología del proyecto Fuente: Weather Spark	13
Ilustración 6. Perforación manual Sondeo 1	14
Ilustración 7. Perforación manual Sondeo 2	14
Ilustración 8. Muestra Número 1	16
Ilustración 9. Muestra Número 2	16
Ilustración 10. Muestra Número 3	16
Ilustración 11. Muestra Número 4	16
Ilustración 12. Muestra Número 5	17
Ilustración 13. Muestra Número 6	17
Ilustración 14. Estructura de cimentación. Fuente Propia	31

GENERALIDADES

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico para el proyecto en referencia.

En el documento inicialmente se relaciona toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica. Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

OBJETIVOS.**1.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar las características geotécnicas del material de fundación del proyecto en referencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar el perfil estratigráfico típico de la zona, identificando el cambio de estratos y divisoria de aguas de la zona.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
- Determinar la capacidad de carga máxima que puede soportar el suelo de fundación ante las cargas de servicio.
- Identificar el tipo de cimentación más adecuado.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

En la siguiente ilustración se muestra la localización del proyecto en referencia.



2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La clasificación de la estructura conforme a la tabla H.3.1-1(ver tabla 1) se caracteriza como una estructura de categoría BAJA.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 1. Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10

2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS

El número mínimo de sondeos necesarios y la profundidad de exploración se estipula conforme a la tabla H.3.2-1 de la norma NSR 10 la cual estipula la ejecución de 3 sondeos de exploración a 6 metros de profundidad.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 2. Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10

Si bien la Tabla H.3.2-1 sugiere un mínimo de tres (3) sondeos para este tipo de unidad de construcción, para el presente estudio se ejecutaron dos (2) sondeos, criterio considerado suficiente dada la homogeneidad observada en el terreno y el alcance del puente proyectado.

2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN

En la siguiente ilustración puede observarse la localización específica de los sondeos de exploración ejecutados para la exploración del proyecto en referencia.



Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración
Fuente: elaboración propia

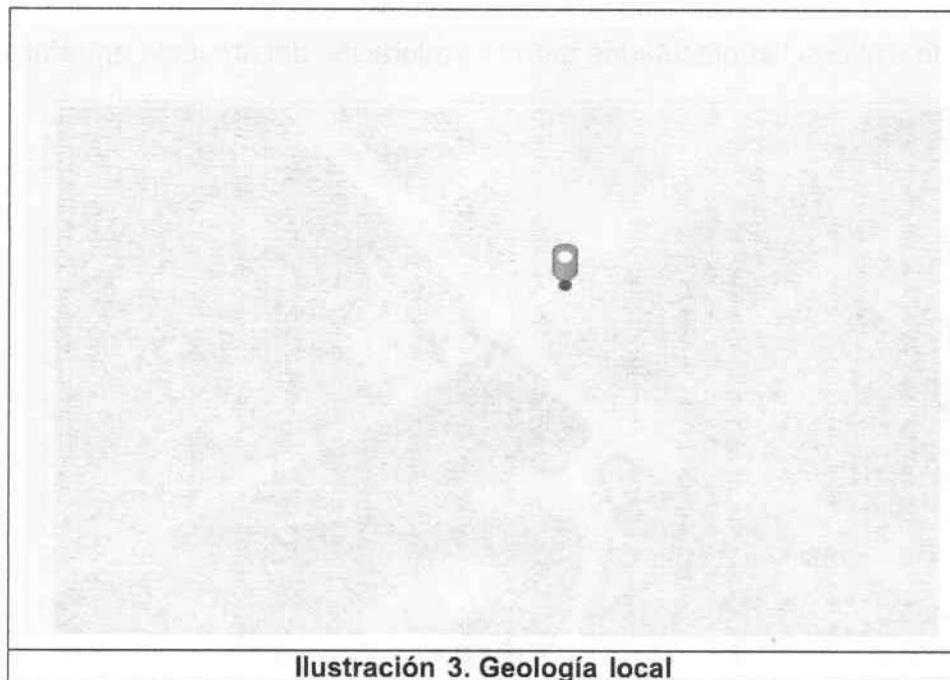
Nº DE SONDEO	OESTE	NORTE
1	73°43'25.61"O	5°25'20.17"N
2	73°43'25.55"O	5°25'20.32"N

Tabla 3. Coordenadas de los sondeos

3. GEOLOGÍA REGIONAL

La zonificación es la unidad geotécnica Q1-I corresponde a depósitos cuaternarios recientes formados por arcillas blandas y turbas, localmente interestratificadas con arcillas arenosas y niveles delgados de gravas, así como capas de diatomitas. Se trata de suelos de alta compresibilidad y elevado contenido de humedad, con baja resistencia al corte drenada y marcada sensibilidad a cambios de nivel freático, por

lo que suelen asociarse con asentamientos significativos y requieren soluciones de cimentación conservadoras y buen control de drenaje.



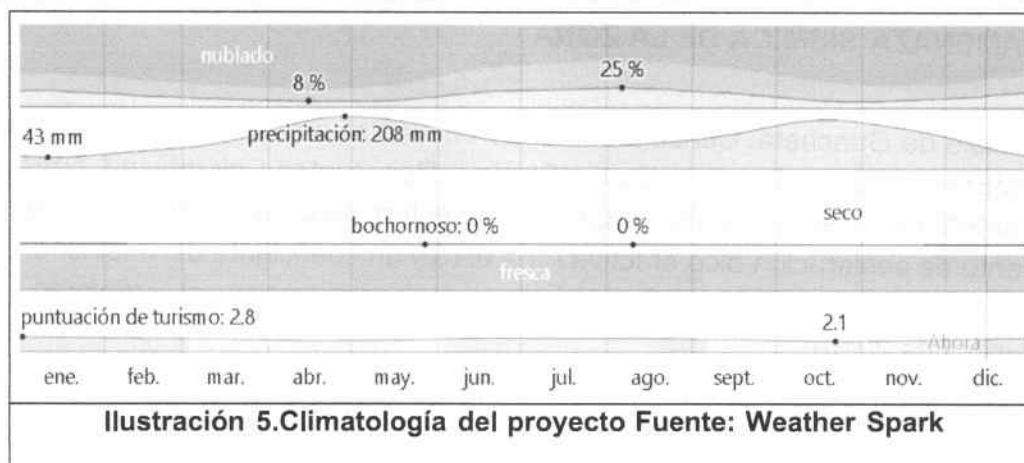
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

El municipio de Guachetá, Cundinamarca, se encuentra en zona de riesgo sísmico INTERMEDIA de acuerdo con la Norma Sismo – Resistentes Colombiana, NSR-10. Por lo anterior los diseños sísmicos que se proyecten, se deben realizar usando un coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a = 0.15$ y un coeficiente de velocidad pico efectiva de $A_v = 0.20$. (Comisión permanente para el régimen de construcciones, 2010).



5. CLIMATOLOGÍA

En Guachetá, los veranos son frescos; los inviernos son cortos, fríos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6°C a 18°C y rara vez baja a menos de 1°C o sube a más de 20°C .



6. EXPLORACIÓN DE CAMPO

El día 22 de diciembre del año 2025, se realizó la exploración en campo para el estudio de suelos del proyecto Puente 1, Vereda Ticha, para el cual se desarrollaron dos perforaciones hasta una profundidad de 6.00 metros. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (Standard Penetración Test, S.P.T.) y el ensayo de corte con veleta ASTM. D – 2573 tomando un muestreador de mediacaña estándar que se compone de una zapata de acero para herramientas de conducción, un tubo de acero que se divide longitudinalmente por la mitad y un acoplamiento en la parte superior. El acoplamiento conecta la toma de muestras a la varilla de perforación. Y a la veleta de cuatro hojas (Das, 2015).



**Ilustración 6. Perforación manual
Sondeo 1**

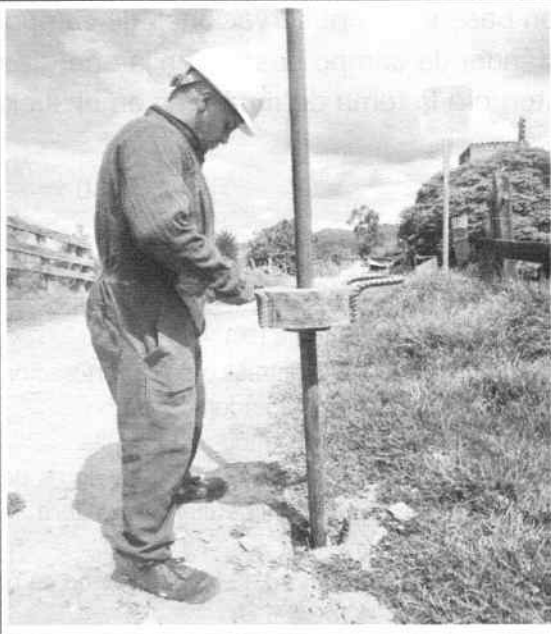


**Ilustración 7. Perforación manual
Sondeo 2**

En las ilustraciones se evidencia el proceso de perforación manual con el método de SPT realizada sobre una capa inicial (nivel cero) en el cual se retiró esta, donde se encontró una capa de material orgánico en el lugar de los sondeos.

6.1. DATOS DE CAMPO SPT

Durante la ejecución de los dos sondeos de exploración se realizó el ensayo SPT (Standard Penetración Test, S.P.T.) ASTM D 1586, con el cual se evaluó el número de golpes para N15, N30 y N45 estos datos fueron recolectados respectivamente para cada sondeo.

Es importante señalar que hay varios factores que contribuyen a la variación de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad de perfiles de suelos similares. Estos factores incluyen la prueba de penetración (SPT), la eficiencia de martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de la varilla (Seed et al., 1985; Skempton, 1986).

El número de penetración estándar para el ensayo SPT está definido como:

$$N = N30 + N45$$

Con base en las observaciones de campo se estandariza el número de penetración estándar de campo basado en la energía de conducción de entrada y su disipación entorno a la toma de muestras en el suelo circundante con la siguiente relación

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60}$$

N_{60} = número de penetración estándar corregido para condiciones de campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martillo (%)

η_B = corrección para el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección para la longitud de la varilla

(Skempton A. , 1986), propone que los valores de la ecuación anterior son:

a. Debido a que el martillo cae de manera libre

$$\eta_H = 45$$

b. debido a que el diámetro de la perforación es un diámetro menor a 60 mm

$$\eta_B = 1$$

c. Debido a que se tiene un muestreador estándar

$$\eta_S = 1.0$$

d. Debido a que la longitud de la varilla es de un metro

$$\eta_R = 0,75$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido finalmente será para este tipo de ensayo Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986)

$$N_{60} = \frac{(N_{30} + N_{45})(45)(1)(1,0)(0,75)}{60}$$

$$N_{60} = (0,5625)N$$

Ejemplo de cálculo

En el sondeo 1 a una profundidad de 0.44 m los valores N_{15} , N_{30} Y N_{45} dieron respectivamente: 17, 23, 23 por lo que el número de penetración estándar será

$$N = 23 + 23$$

$$N = 46$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido será:

$$N_{60} = 0.5625(46)$$

$$N_{60} = 25,88$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los valores N60 para cada profundidad registrada en los dos sondeos realizados, junto con los valores promedios correspondientes. Asimismo, se incluyen fotografías de las muestras recolectadas durante la ejecución de los ensayos, con el fin de evidenciar las características visuales y físicas del material extraído en campo.

Prof(m)	Sondeo 1	Sondeo 2
	N60	N60
0,44	25,88	24,75
1,98	23,06	21,38
3,48	22,50	23,06
4,98	21,94	23,63
6,00	22,50	22,50
N60 Promedio	23,18	23,06
N60 Promedio Min	23,06	

Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio



Ilustración 8. Muestra Número 1

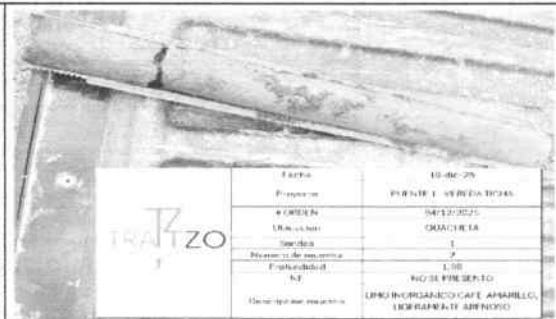


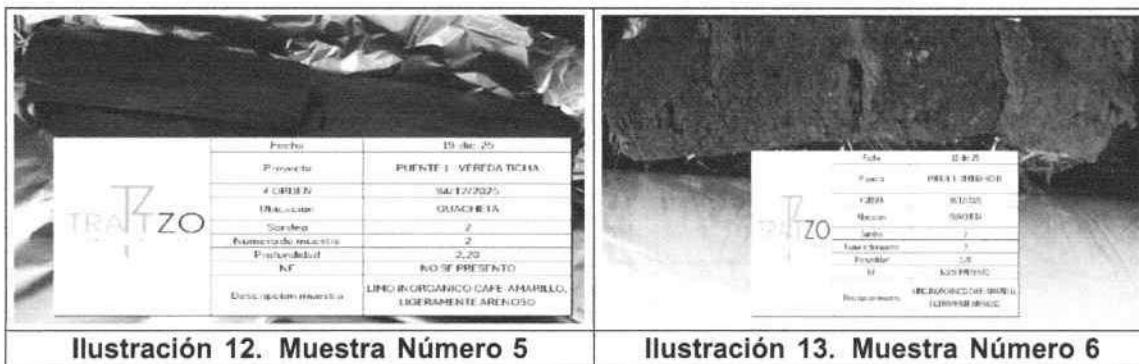
Ilustración 9. Muestra Número 2



Ilustración 10. Muestra Número 3



Ilustración 11. Muestra Número 4



En las ilustraciones se puede observar las muestras recogidas en el ensayo a diferentes profundidades, se observa arcilla limosa gris, Según (Das, 2015) la consistencia del suelo se puede medir teniendo como referencia el N60 de la siguiente forma:

N60	Consistencia
0 a 2	Muy Blanda
2 a 5	Blanda
5 a 10	rigidez media
10 a 20	Rígida
20 a 30	Muy rígida.

Tabla 5. Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia

• PERFORACIÓN 1

Nivel freático: No se presentó

Bajo un delgado nivel de material orgánico superficial hasta 0,10 m, se identifica un perfil prácticamente homogéneo de limo inorgánico café-amarillo, ligeramente arenoso, de baja plasticidad y consistencia firme a muy firme entre 0,44 y 6,00 m de profundidad. Los valores de resistencia a la penetración se sitúan en el rango $N_{60} \approx 22-26$ golpes/0,30 m, lo que indica un suelo de resistencia media-alta, baja a moderada compresibilidad y humedad natural moderada, típico de depósitos limosos densificados. En la profundidad explorada no se registró nivel freático. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	MATERIAL ORGÁNICO					
0,44	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	17	23	23	46	25,88
1,98	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	18	19	22	41	23,06
3,48	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	16	19	21	40	22,50
4,98	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	18	20	19	39	21,94
6,00	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 6. Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia

• PERFORACIÓN 2

Nivel freático: No se presentó

Bajo una delgada capa de material orgánico hasta 0,10 m, se evidencia un perfil prácticamente homogéneo de limo inorgánico café-amarillo, ligeramente arenoso, de baja plasticidad y consistencia firme a muy firme entre 0,48 y 6,00 m de profundidad. Los valores corregidos de penetración estándar se ubican en el rango $N_{60} \approx 21-25$ golpes/0,30 m, lo que indica un suelo de resistencia media-alta, baja a moderada compresibilidad y humedad natural moderada, coherente con un depósito limoso relativamente densificado. En la profundidad explorada no se presentó nivel freático. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,10	MATERIAL ORGÁNICO					
0,48	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	22	22	22	44	24,75
2,20	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	16	18	20	38	21,38
3,70	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	18	19	22	41	23,06
5,20	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	19	19	23	42	23,63
6,00	LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	20	20	20	40	22,50
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 7. Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia

7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se tomaron muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasificaron 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 a las características de los suelos. Las muestras fueron seleccionadas tal como lo indica la NSR-10 título H ARTÍCULO H.3.3.1 Y el artículo H.3.3.2. Las muestras seleccionadas constituyen el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo tal como lo indica el artículo H.3.2.4. ítem A. Específicamente se ejecutaron ensayos de humedad natural, granulometrías y pesos específicos. Para los cuales se encontraron los siguientes resultados.

7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1

Se recuperaron muestras representativas de los sondeos las cuales fueron llevadas al laboratorio para determinar la humedad natural con base a la norma NTC 1527, para el cual se obtiene los siguientes perfiles de humedades.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)
1	0.10-0.44m	22,56%
	0.44-1.98m	25,86%
	1.98-3.48m	23,59%
	3.48-4.98m	24,69%
	4.98-6.00m	21,56%
SONDEO	Prof. (m)	w (%)
2	0.10-0.48m	27,12%
	0.48-2.20m	28,35%
	2.20-3.70m	22,13%
	3.70-5.20m	25,58%
	5.20-6.00m	28,01%

Tabla 8. Perfil de Humedades. Fuente propia

7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1

Dadas las características naturales del terreno se realizaron los respectivos ensayos de clasificación Bajo la NTC 1493, la NTC 1494 y la NTC 1522 con los cuales se

identificó el perfil estratigráfico del suelo SUCS de fundación tal y como puede observarse en la siguiente tabla resumen.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
1	0.10-0.44m	22,56%	34,9%	26,3%	8,6%	ML
	0.44-1.98m	25,86%	33,6%	25,0%	8,5%	ML
	1.98-3.48m	23,59%	34,3%	25,8%	8,4%	ML
	3.48-4.98m	24,69%	35,8%	25,6%	10,2%	ML
	4.98-6.00m	21,56%	32,4%	24,3%	8,1%	ML
SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
2	0.10-0.48m	27,12%	30,97%	25,60%	5,37%	ML
	0.48-2.20m	28,35%	34,95%	25,75%	9,20%	ML
	2.20-3.70m	22,13%	29,78%	25,77%	4,01%	ML
	3.70-5.20m	25,58%	31,34%	23,92%	7,42%	ML
	5.20-6.00m	28,01%	25,14%	21,47%	3,67%	ML
	0.10-0.48m	27,12%	30,97%	25,60%	5,37%	ML

Tabla 9 Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia

Los datos anteriormente evidencian que los perfiles estratigráficos presentes en el suelo de fundación de los sondeos corresponden a un perfil que varía en el sistema SUCS como una ML (Limo inorgánico de baja plasticidad).

7.3. PESOS ESPECÍFICOS Artículo H.3.3.3.1

En la siguiente tabla puede observarse un perfil de pesos específicos calculados por el método de parafinado por medidas **METODO ISRM-07**.

Sondeo	Profundidad (m)	Yd (Tn/m3)
1	0.10-0.44m	1,48
	0.44-1.98m	1,45
	1.98-3.48m	1,47
	3.48-4.98m	1,46
	4.98-6.00m	1,49
Sondeo	Profundidad (m)	Yd (Tn/m3)
2	0.10-0.48m	1,44
	0.48-2.20m	1,43
	2.20-3.70m	1,48
	3.70-5.20m	1,45
	5.20-6.00m	1,43

Tabla 10. Perfil pesos específicos. Fuente propia

8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Tomando como base la tabla H.9.1-1 presentada en la NSR-10 TITULO H a continuación se presenta la cuantificación para el potencial de expansión del suelo presente:

SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
1	0.10-0.44m	34,9%	8,6%	ML	BAJO
	0.44-1.98m	33,6%	8,5%	ML	BAJO
	1.98-3.48m	34,3%	8,4%	ML	BAJO
	3.48-4.98m	35,8%	10,2%	ML	BAJO
	4.98-6.00m	32,4%	8,1%	ML	BAJO
SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
2	0.10-0.48m	30,97%	5,37%	ML	BAJO
	0.48-2.20m	34,95%	9,20%	ML	BAJO
	2.20-3.70m	29,78%	4,01%	ML	BAJO
	3.70-5.20m	31,34%	7,42%	ML	BAJO
	5.20-6.00m	25,14%	3,67%	ML	BAJO

Tabla 11. Potencial de expansión, fuente Propia

En el perfil presentado se puede ver que el suelo mayormente presenta un potencial expansivo **BAJO**.

9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO

9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N60

Para estimar el ángulo de fricción interna (ϕ) se emplea una correlación empírica usada para suelos granulares y limos de baja plasticidad, basada en Kulhawy & Mayne (1990):

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(N60)$$

Sustituyendo N60 = 21.38:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(21.38)$$

$$\log_{10}(21.38) = 1.330$$

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot 1.330 = 30.99^{\circ}$$

Ángulo de fricción interna adoptado para el diseño: $\phi = 30.99^\circ$

9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES

Longitud estructural del puente: $L = 10.00 \text{ m}$

Ancho del tablero considerado: 6.00 m

Área tributaria: $A = 10.00 \times 6.00 = 60.00 \text{ m}^2$

Componentes de carga por unidad de área:

- Losa de concreto ($0.15 \text{ m @ } 25 \text{ kN/m}^3$) $\rightarrow 3.75 \text{ kN/m}^2$
- Acero y lámina colaborante $\rightarrow 2.50 \text{ kN/m}^2$
- Barandas y accesorios $\rightarrow 1.25 \text{ kN/m}^2$
- Carga viva (tránsito rural) $\rightarrow 3.00 \text{ kN/m}^2$
- Carga total $\rightarrow q = 10.50 \text{ kN/m}^2$

Carga total sobre el tablero:

$$P_{\text{tot}} = q \times A = 10.50 \times 60.00 = 630.00 \text{ kN}$$

Reacción en cada estribo (simplemente apoyado):

$$R_{\text{serv}} = 630.00 / 2 = 315.00 \text{ kN}$$

10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD

Peso unitario del terreno: $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3 (\approx 1.80 \text{ tn/m}^3)$

Profundidad de desplante: $D_f = 1.50 \text{ m}$

Cohesión drenada: $c \approx 0 \text{ kPa}$ (suelo friccional)

Ancho de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$

Cálculo de tangente del ángulo:

$$\tan(\varphi) = \tan(30.99^\circ) = 0.601$$

Cálculo del factor N_q :

$$N_q = e^{\{\pi \cdot \tan \varphi\}} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$N_q = e^{\{\pi(0.601)\}} \cdot \tan^2(45^\circ + 15.495^\circ)$$

$$\tan(45^\circ + \varphi/2) = \tan(60.495^\circ) = 1.77$$

$$N_q = e^{\{1.887\}} \cdot (1.77)^2 = 6.60 \times 3.12 = 20.61$$

Cálculo del factor N_γ :

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan \varphi$$

$$N_\gamma = 2(20.61 + 1)(0.601)$$

$$N_\gamma = 2(21.61)(0.601) = 43.22 \times 0.601 \approx 25.96$$

10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA

Ecuación general para condición friccional ($c \approx 0$):

$$q_u = \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Sustitución numérica completa:

$$q_u = (17.66)(1.50)(20.61) + 0.5(17.66)(1.00)(25.96)$$

$$q_u \approx 775.07 \text{ kPa} \times (0.10197 \text{ ton/m}^2 / \text{kPa}) = 79.03 \text{ ton/m}^2 \text{ (capacidad última)}$$

$$q_u \approx 79.03 \text{ ton/m}^2 \text{ (capacidad última)}$$

Capacidad admisible con $FS = 3.0$:

$$q_{adm} = q_u / 3 = 775.07 / 3 = 258.36 \text{ kPa}$$

Conversión:

$$q_{adm} = 258.36 \text{ kPa} \times 0.10197 = 26.34 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 26.34 \text{ ton/m}^2$$

10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA ($FS=3.0$)

$$q_{adm,net} = q_{adm} - \sigma'$$

$$q_{adm,net} = 258.36 \text{ kPa} - 26.49 \text{ kPa}$$

$$q_{adm,net} = 231.87 \text{ kPa} \times 0.10197 \approx 23.64 \text{ ton/m}^2$$

10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO

Área efectiva de zapata considerada por estribo:

$$A_f = 1.00 \times 6.00 = 6.00 \text{ m}^2$$

Esfuerzo transmitido:

$$q_{serv} = R_{serv} / A_f = 315.00 / 6.00 = 52.50 \text{ kPa}$$

Comparación:

$$q_{serv} = 52.50 \text{ kPa} \cdot 0.10197 \text{ ton/m}^2/\text{kPa} \approx 5.35 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{serv} / q_{adm} = 52.50 / 258.36 \approx 0.20 \rightarrow 20\% \text{ de la capacidad admisible}$$

Factor de seguridad real:

$$FS_{real} = q_u / q_{serv} = 775.07 / 52.50 = 14.76 > 3.0 \rightarrow \text{Cumple}$$

10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO

Con los parámetros actualizados ($N_{60} = 21.38$ y $L = 10.00$ m), la zapata corrida proyectada ($B = 1.00$ m, $L_f = 6.00$ m, $D_f = 1.50$ m) presenta una capacidad admisible aproximada de 26.34 ton/m^2 , frente a un esfuerzo de servicio del orden de 5.35 ton/m^2 . El esfuerzo solicitado corresponde a cerca del 20.3 % de la capacidad admisible y el factor de seguridad real frente a la capacidad última es del orden de 14.76. Se concluye que la cimentación propuesta presenta un amplio margen de seguridad frente a falla por capacidad portante para las cargas de servicio consideradas en esta memoria.

Geometría de la zapata	B x L	1.00m x 6.00 m
Área	A	6.00 m^2
Profundidad de desplante	D_f	1.50 m
Peso específico del suelo	γ	1.80 ton/m^3 (17.66 kN/m^3)
Ángulo de Fricción	ϕ	30.99
Cohesión drenada	c	0 kPa
Nivel freático	NF	No presente
Carga de servicio	P	315.0 kN
Módulo elástico (Eu)	E	53450 kPa ($E \approx 2.5 \cdot N_{60}$)
Relación de Poisson	ν	0.30

Tabla 12 Datos de entrada cálculo de capacidad portante

11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS

Se utiliza la expresión clásica para asentamiento instantáneo (Bowles):

$$S = q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) / E$$

Ancho crítico (menor dimensión): $B = 1.00$ m

- $q = 52.50 \text{ kPa}$
- $\nu = 0.30 \rightarrow (1 - \nu^2) = 1 - (0.30)^2 = 0.91$
- $E = 53,450 \text{ kPa}$
- $S = (52.50 \times 1.00 \times 0.91) / 53,450$
- $S = 47.775 / 53,450 = 0.0008938 \text{ m}$

- $S = 0.0008938 \times 1000 = 0.89 \text{ mm}$

- $S = 0.89 \text{ mm}$

11.1. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO

El asentamiento elástico inmediato calculado para la zapata corrida proyectada, del orden de $S \approx 0.9 \text{ mm}$, se considera mínimo y plenamente compatible con el funcionamiento estructural del puente; dicho valor se encuentra muy por debajo de los límites usualmente admisibles para cimentaciones en suelos limosos de uso vial ($\approx 20\text{--}25 \text{ mm}$), por lo que no se prevén distorsiones angulares, pérdida de apoyo, afectación del tablero ni riesgo de desempeño deficiente en servicio. Con base en los parámetros geotécnicos adoptados, la geometría de la cimentación y la magnitud de la carga transmitida, se concluye que los asentamientos previstos no comprometen la funcionalidad ni estabilidad del estribo, resultando adecuados para las condiciones operativas del proyecto, sin perjuicio de que futuras modificaciones estructurales o incrementos de carga requieran reevaluación.

12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Cálculo de la velocidad de onda por Imai–Tonouchi,

$$V_s \left(\frac{m}{s} \right) = 97 \cdot (N_{60})^{0.314}$$

Cálculo de V_s para $N_{60} = 21.38$ (valor mínimo registrado en el estrato de fundación).

$$N_{60} = 21.38$$

1. Exponente:

$$(N_{60})^{0.314} = (21.38)^{0.314}$$

2. Velocidad de onda V_s :

$$V_s = 97 \cdot 2.616 \approx 253.74 \text{ m/s}$$

Redondeando:

$$V_s \approx 254 \text{ m/s}$$

En función del valor de la velocidad de onda, y lo consignado en la tabla A.2.4-1 de la NSR-10 que puede observarse a continuación:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{\sigma}_u \geq 100 \text{ kPa } (=1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa } (=1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_u \geq 50 \text{ kPa } (=0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa } (=0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)	

Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10

Se observa en la tabla anterior la caracterización del perfil estratigráfico en función del valor de V_s para los estratos realizados, obteniendo una clasificación de perfil de suelo tipo D, definido para el Perfil D en la Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10.

13. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

En función de todos los datos presentados anteriormente y las condiciones naturales del terreno, en la siguiente tabla se presentan los parámetros geotécnicos de diseño del suelo de fundación, para la construcción del puente rural de categoría baja.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS	
Cimentación recomendada: Zapatas unidas por vigas de cimentación	
Nivel freático (m)	N/A
Clasificación del suelo de fundación. NSR-10-10 tabla A.2.4-1	Tipo D
Clasificación SUCS (1m) NSR10 H.2.5	ML
Capacidad Portante admisible neta del suelo (Tn/m ²) DF=1.50	23.64
Dimensión de zapatas recomendada 1.00m x 6.00m	
Ángulo de fricción ϕ	30.99°
Nspt(N60)	21.38
Coeficiente Aa NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.15
Coeficiente Av NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.20

Tabla 14. Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia

Nota: si las cargas por columna son superiores a la carga patrón tomada para el cálculo del factor de seguridad FS, y los asentamientos máximos por consolidación primaria, deberá reportarse con antelación para verificar la variación de los asentamientos y el valor de la capacidad portante.

14. MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO

Con el fin de reducir los asentamientos generados por la presión de la estructura sobre el terreno arcilloso se debe mejorar el suelo con una capa de concreto ciclópeo de mínimo 0,4 metros de espesor con las siguientes recomendaciones

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.
- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo el espacio.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuza con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.

15. ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN

En el siguiente gráfico puede observarse la alternativa de cimentación presentada para proyecto en Guachetá - Cundinamarca.



Se presenta el perfil de zapata mínimo recomendado, para una zapata de 1.00 m por 6.00 m con una capacidad portante admisible neta de 23.64 ton/m².

16. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Weather Spark. (2021). CLIMATOLOGÍA DE GUACHETÁ.

A HARA, & T. (1971). Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils. Soils And foundations .

Barron, A. (1948). Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells. ACI.

Beer, E. D. (1970). Experimental Determination of the Shape Factors and Bearing Capacity Factors of Sand. Geotechnique.

Comisión permanente para el regimen de construcciones. (2010). NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE INGENIERIA SISMORRESISTENTE. Bogotá: Ministerio de Ambiente, edificación y desarrollo territorial.

Das, B. (2015). Fundamentos de ingeniería Geotécnica. Santa fé, Mexico: Cengage Learning.

Fox, E. (1948). The Mean Elastic Settlement of a Uniformly Loaded Area at a Depth Below the Ground Surface Engineering. Rotterdam: 2nd International Conference on Soil Mechanics and Foundation.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA. (2007). ATLAS GEOLOGICO DE COLOMBIA 2007. Bogotá: INGEOMINAS.

J Boussinesq. (1883). pplication des Potentials à L'Etude de L'Equilibre et du Mouvement des Solides. Paris: Gauthie.

Jambu, N. (1956). Veiledning vedlosning av fundamentering soppgaver. Norwegian Geotechnical Institute.

- L Bjerrum. (1974). Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. Norwegian Geotechnical institute.
- Meyerhof, A. H. (1981). Experimental Evaluation of Bearing Capacity of Footings Subjected to Inclined Loads. Canadian Geotechnical Journal.
- Meyerhof, D. (1963). Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal.
- Schmertmann, J. (1978). Improved Strain Influence Factor Diagrams,. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers.
- Skempton, A. (1986). Standard Penetration Test Procedures and the Effect in Sands of Overburden. Geotechnique.
- Skempton, A. W. (1960). Correspondence. Geotechnique.
- Terzaghi, k. (1925). Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage,. Viena: Deuticke.
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Nueva York: Wiley.
- Vesic, A. (1963). Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand. Highway Research Record.

Ubicación: GUACHETA-CUNDINAMARCA		19/12/2025
<p>Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guacheta – Cundinamarca.</p> <p>Punto 1.- Vereda Ticha</p>		
<p>Orden: 94-12-2025</p> <p>Ingeniero encargado: Jan Pool Cervera</p>		
<p>Profundidad alcanzada: 6.00 m</p> <p>Nivel freático:</p>		
<p>No se presenta</p>		
<p>condición</p>		
<p>No drenado</p>		
<p>Número de muestras recuperadas: 5</p>		
<p>eficiencia martinete</p> <p>corrección diámetro</p> <p>corrección muestrador</p> <p>corrección longitud barra</p>		
<p>45</p> <p>1</p> <p>0.75</p>		
<p>Profundidad (m)</p>		
<p>Nº</p>		
<p>Color</p>		
<p>Descripción</p>		
<p>SUELO ORGÁNICO</p>		
<p>0.10</p>		
<p>0.44</p>		
<p>1.98</p>		
<p>3.48</p>		
<p>4.98</p>		
<p>6.00</p>		

		Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha				Ubicación: GUACHETÁ -CUNDINAMARCA		19/12/2025	
		Orden: 94-12-2025				Ingeniero encargado: Jan Pool Cerquera			
		número de sondeo: 2				Profundidad alcanzada: 6.00 m			
		Número de muestras recuperadas: 5				Nivel freático: No se presentó			
Condición		No drenado							
Factores de corrección									
nh nb ns nR	45 1 1 0,75	eficiencia martinete corrección diametro corrección muestreador Corrección long barra							
Profundidad (m)	N°	Color	Descripción	N15	N30	N45	N	N60	N
0,10			SUELO ORGÁNICO						
0,48			LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	22	22	22	44	24,75	
2,20			LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	16	18	20	38	21,38	
3,70			LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	18	19	22	41	23,06	
5,20			LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	19	19	23	42	23,63	
6,00			LIMO INORGÁNICO CAFÉ-AMARILLO, LIGERAMENTE ARENOSO, BAJA PLASTICIDAD, CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	20	20	20	40	22,50	
SE FINALIZA EXPLORACIÓN									



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA NTC 4630

Entidad contratante

TRATZ ARCHITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

1

Profundidad:

0.10-0.44m

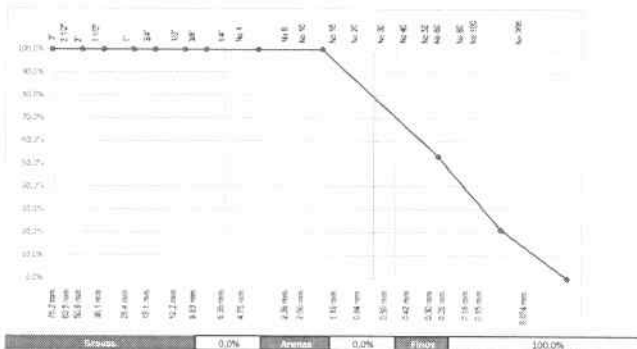
Fecha de ensayo

24/12/2025

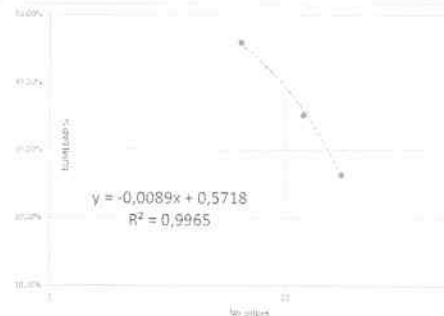
LÍMITE LÍQUIDO NTC 4630			
No. De golpes	35	24	13
Recipiente	42	48	52
P1(gr) recipiente	9,04	8,8	9,24
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	29,43	29,97	26,42
P3(gr) recipiente+suelo seco	25,17	24,46	21,01
Peso suelo húmedo(gr)	20,39	21,17	17,18
Suelo seco (gr)	16,13	15,66	11,77
Peso agua(gr)	4,26	5,51	5,41
Humedad	26,41%	35,19%	45,96%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 4630		
Recipiente	18	12
P1(gr) Recipiente	5,38	5,74
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	12,48	12,86
P3(gr) recipiente+suelo seco	11,01	11,37
Peso suelo húmedo(gr)	7,1	7,12
Suelo seco (gr)	5,63	5,63
Peso agua(gr)	1,47	1,49
Humedad	26,11%	26,47%

HUMEDAD NATURAL NTC 4630	
Recipiente	98
P1(gr)	94,57
P2(gr)	351,6
P3(gr)	304,29
Peso suelo húmedo(gr)	257,03
Suelo seco (gr)	209,72
Peso agua(gr)	47,31
Humedad	22,56%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1220 (NTC 5227)				
PESO INICIAL g		209,72		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
8"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
2"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
3/12"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
1"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
3/4"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
1/2"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
3/8"	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
No 4	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
10	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
40	98,36	46,9%	46,9%	53,1%
80	66,816	31,9%	78,8%	21,2%
200	44,544	21,2%	100,0%	0,0%
Fondo	209,72	100,0%		



Humedad %	22,56%
Límite líquido (LL)	34,9%
Límite plástico (LP)	26,3%
Índice de plasticidad (IP)	8,6%
Índice de consistencia (IC)	1,431
Índice de liquidez (IL)	-0,43

Clasificación ASTMO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

LABORIO:

NELSON PARCO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 24200-11172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratztetecnica@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATERBERG NORMA NTC 4630

Perforación

SONDIO 1

Entidad contratante

TRATIZO ARQUITECTURA S.A.S

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Fecha de ensayo

24/12/2025

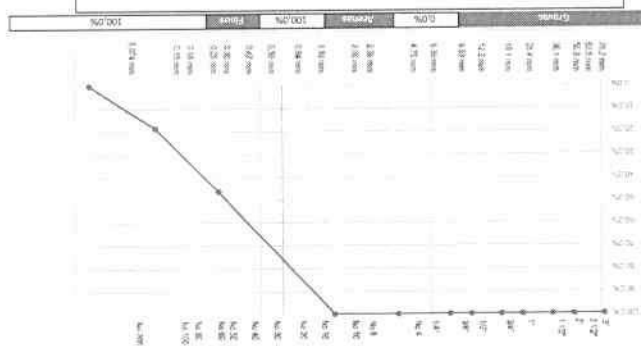
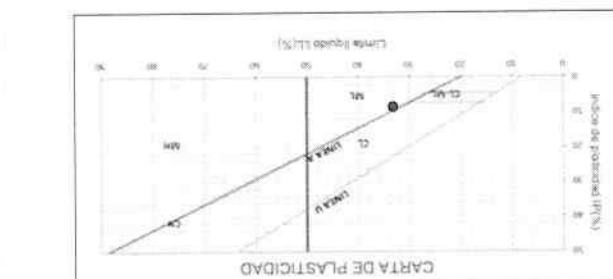
Profundidad:

0.44-1.98m

LÍMITE LÍQUIDO NTC 4630			
Recipiente	No. De golpes		
P1 (gr) Recipiente	36	34	21
P2 (gr) recipiente+suelo húmedo	26.96	23.36	29.38
P3 (gr) recipiente+suelo seco	23.28	19.75	22.85
Peso suelo húmedo (gr)	17.62	13.67	20.52
Peso seco (gr)	13.94	10.06	13.99
Peso agua (gr)	3.68	3.61	6.53
Humedad	26.40%	35.88%	46.68%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 4630			
Recipiente			
P1 (gr) Recipiente	5.71	5.74	12
P2 (gr) recipiente+suelo húmedo	12.52	12.72	11.32
P3 (gr) recipiente+suelo seco	11.16	11.32	11.32
Peso suelo húmedo (gr)	6.81	6.98	6.98
Peso seco (gr)	5.45	5.58	5.58
Peso agua (gr)	1.36	1.4	1.4
Humedad	24.95%	25.09%	

HUMEDAD NATURAL NTC 4630			
Recipiente			
P1 (gr)	94.57	94.57	85
P2 (gr)	329.91	329.91	281.56
P3 (gr)	235.94	235.94	186.99
Peso seco (gr)	186.99	186.99	48.35
Peso agua (gr)	48.35	48.35	25.86%
Humedad			



Humedad %	25.86%
Límite líquido (LL)	35.6%
Límite plástico (LP)	25.0%
Índice de plasticidad (IP)	8.5%
Índice de consistencia (IC)	0.902
Índice de liquidez (IL)	0.10

Clasificación ASTHO	Clasificación USCS
A-5	ML
19	
16	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1927 NTC 1927			
Fondo	186.99	100.0%	
200	14.564	18.5%	0.0%
80	51.852	81.5%	18.5%
40	100.57	91.8%	46.2%
10		0.0%	100.0%
Nº 4		0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	100.0%
1"		0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	100.0%
2"		0.0%	100.0%
3"		0.0%	100.0%
Tam. No. Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasó
Peso			
Peso inicial	186.99		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1927 NTC 1927			
Fondo	186.99	100.0%	
200	14.564	18.5%	0.0%
80	51.852	81.5%	18.5%
40	100.57	91.8%	46.2%
10		0.0%	100.0%
Nº 4		0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	100.0%
1"		0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	100.0%
2"		0.0%	100.0%
3"		0.0%	100.0%
Tam. No. Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasó
Peso			
Peso inicial	186.99		

Colle Zda #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de Cundinamarca

Tel: 3115450884

Email: tratizoarquitectura@gmail.com

LABOR	
NELSON PABLO GONZÁLES	JEFE DE LABORATORIO
ING. JAN POOL CORREA	MT 25202-03213-1925
25202-03213-1925	Jan Pool Correa



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA NTC 4630

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vareda Ticha.

Muestra No

3

Profundidad:

1.98-3.48m

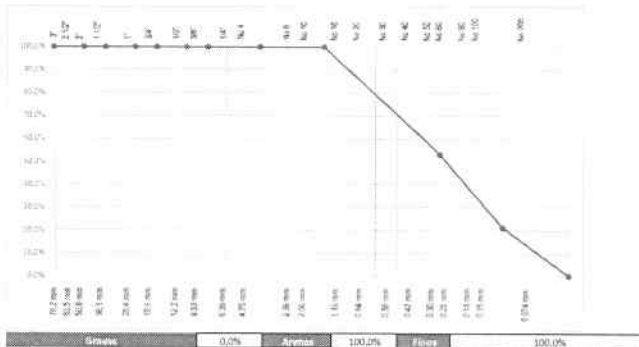
Fecha de ensayo

24/12/2025

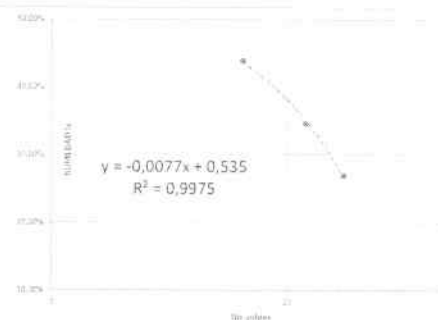
LÍMITE LÍQUIDO NTC 4630			
No. De golpes	35	24	13
Recipiente	48	35	40
P1(gr) Recipiente	8,8	9,5	8,86
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	25,12	30,58	29,65
P3(gr) recipiente+suelo seco	21,66	25,16	23,32
Peso suelo húmedo(gr)	16,32	21,08	20,79
Suelo seco (gr)	12,86	15,66	14,46
Peso agua(gr)	3,46	5,42	6,33
Humedad	26,91%	34,61%	43,78%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 4630		
Recipiente	10	9
P1(gr) Recipiente	5,85	5,56
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	11,75	11,98
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,54	10,66
Peso suelo húmedo(gr)	5,9	6,42
Suelo seco (gr)	4,69	5,1
Peso agua(gr)	1,21	1,32
Humedad	25,80%	25,88%

HUMEDAD NATURAL NTC 4630	
Recipiente	88
P1(gr)	94,57
P2(gr)	319,49
P3(gr)	276,56
Peso suelo húmedo(gr)	224,92
Suelo seco (gr)	181,99
Peso agua(gr)	42,93
Humedad	23,59%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1022 (NTC 1071)				
PESO INICIAL g		181,99		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	85,14	46,8%	46,8%	53,2%
80	58,11	31,9%	78,7%	21,3%
200	38,74	21,3%	100,0%	0,0%
Fondo	181,99	100,0%		



Humedad %	23,59%
Límite líquido (LL)	34,3%
Límite plástico (LP)	25,8%
Índice de plasticidad (IP)	8,4%
Índice de consistencia (IC)	1,268
Índice de liquidez (IL)	-0,27

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARBOSONZACES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-332172 CND

Jan Pool Cerquera
25200-332172 CND
Ingeniero Civil

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnica@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA NTC 4630

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

4

Profundidad:

3.48-4.98m

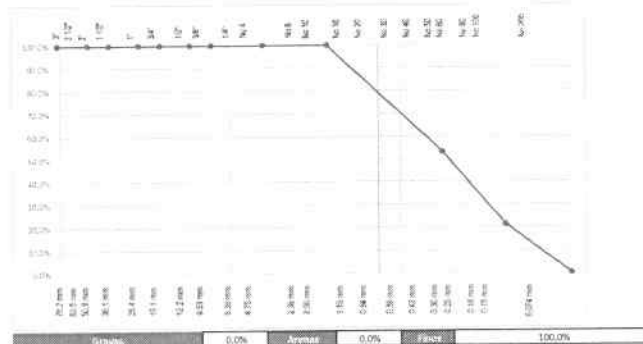
Fecha de ensayo

24/12/2025

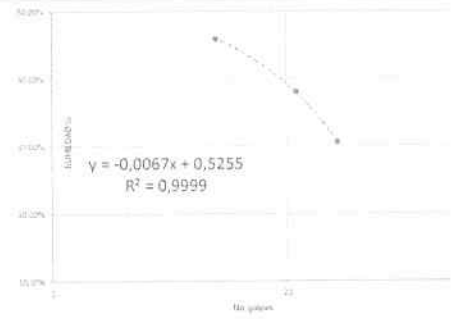
LIMITE LIQUIDO NTC 4630			
No. De golpes	33	22	10
Recipiente	41	37	36
P1(gr) Recipiente	9.12	8.95	9.34
P2(gr) recipiente+suelo humedo	29.86	30.05	26.36
P3(gr) recipiente+suelo seco	25.01	24.24	21.01
Peso suelo humedo(gr)	20.74	21.1	17.02
Suelo seco (gr)	15.89	15.29	11.67
Peso agua(gr)	4.85	5.81	5.35
Humedad	30.52%	38.00%	45.84%

LIMITE PLASTICO NTC 4630		
Recipiente	8	4
P1(gr) Recipiente	5.35	5.4
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12.48	12.82
P3(gr) recipiente+suelo seco	11.02	11.31
Peso suelo humedo(gr)	7.13	7.42
Suelo seco (gr)	5.67	5.91
Peso agua(gr)	1.46	1.51
Humedad	25.75%	25.55%

HUMEDAD NATURAL NTC 4630	
Recipiente	100
P1(gr)	94.57
P2(gr)	356.06
P3(gr)	304.29
Peso suelo humedo(gr)	261.49
Suelo seco (gr)	209.72
Peso agua(gr)	51.77
Humedad	24.69%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1527 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g.		209.72		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No. 4		0.0%	0.0%	100.0%
No. 10		0.0%	0.0%	100.0%
40	98.36	46.9%	46.9%	53.1%
80	66.816	31.9%	78.8%	21.2%
200	44.544	21.2%	100.0%	0.0%
Fondo	209.72	100.0%		



Humedad %	24.69%
Límite líquido (LL)	35.8%
Límite plástico (LP)	25.6%
Índice de plasticidad (IP)	10.2%
Índice de consistencia (IC)	1.095
Índice de liquidez (IL)	-0.10

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-133172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzoarquitectura@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA NTC 4630

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S.

Perforación

SONDED 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía
para la construcción de puentes en el área rural del municipio de
Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

100

Profundidad:

4.98-5.00m

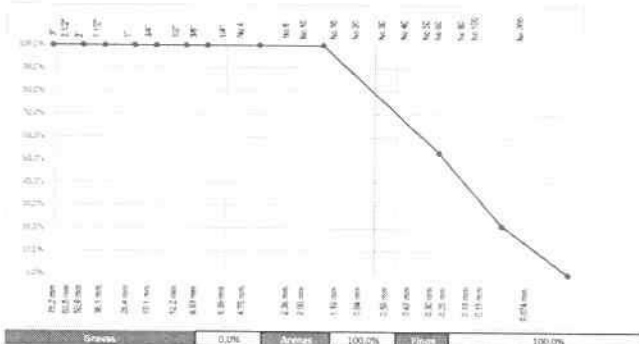
Fecha de ensayo

24/12/2025

LIMITE LIQUIDO NTC 4630			
No. De golpes	36	25	14
Recipiente	50	40	42
P1(gr) Recipiente	8,92	8,86	9,04
P2(gr) recipiente+suelo humedo	24,85	30,28	29,32
P3(gr) recipiente+suelo seco	21,71	25,17	23,43
Peso suelo humedo(gr)	15,93	21,42	20,28
Suelo seco (gr)	12,79	16,31	14,39
Peso agua(gr)	3,14	5,11	5,89
Humedad	24,55%	31,33%	40,93%

Recipiente	8	15
P1(gr) Recipiente	5,35	5,71
P2(gr) recipiente+suelo humedo	11,82	11,98
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,58	10,73
Peso suelo humedo(g)	6,47	6,27
Suelo seco (gr)	5,23	5,02
Peso agua(gr)	1,24	1,25
Humedad	23,71%	24,90%

HUMEDAD NATURAL NTC 4630	
Recipiente	85
P1(gr)	94,57
P2(gr)	315,79
P3(gr)	276,56
Peso suelo húmedo(gr)	221,22
Suelo seco (gr)	181,99
Peso agua(gr)	39,23
Humedad	21,56%



ANÁLISE GRAVIMÉTRICA NIT-152 (NIT-1537)				
PESO INICIAL g			181,99	
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Passa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	85,14	46,8%	46,8%	53,2%
80	58,11	31,9%	78,7%	21,3%
200	38,74	21,3%	100,0%	0,0%
Fundo	181,99	100,0%		



Humedad %	21,56%
Límite líquido (LL)	32,4%
Límite plástico (LP)	24,3%
Índice de plasticidad (IP)	8,1%
Índice de consistencia (IC)	1,340
Índice de liquidez (IL)	-0,34

		IG
Clasificación ASTHO	A-S	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORATE

NELSON PARDO-GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISION

ING JAN POOL CERIMUK
MT 25200-33332 END

Jan Pool Cerequera

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzatecnico@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

1

Profundidad:

0.10-0.48m

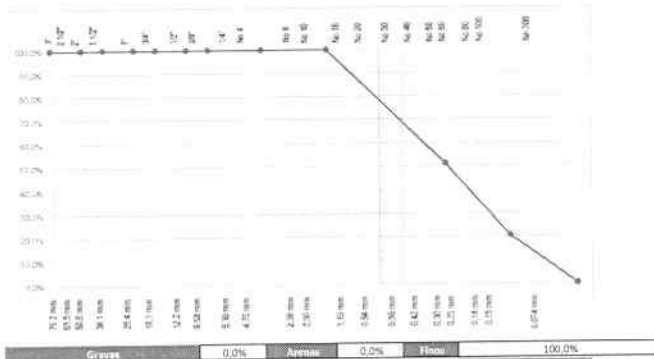
Fecha de ensayo

24/12/2025

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	32	22	15
Recipiente	50	48	37
P1(gr) Recipiente	8,92	8,8	8,95
P2(gr) recipiente+suelo humedo	26,02	23,36	28,71
P3(gr) recipiente+suelo seco	22,95	19,58	22,65
Peso suelo humedo(gr)	17,1	14,56	19,76
Suelo seco (gr)	14,03	10,78	13,7
Peso agua(gr)	3,07	3,78	6,06
Humedad	21,88%	35,06%	44,23%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	21	17
P1(gr) Recipiente	5,61	5,62
P2(gr) recipiente+suelo humedo	10,07	11,81
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,16	10,55
Peso suelo humedo(gr)	4,46	6,19
Suelo seco (gr)	3,55	4,93
Peso agua(gr)	0,91	1,26
Humedad	25,63%	25,56%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	108
P1(gr)	94,57
P2(gr)	314,72
P3(gr)	267,758
Peso suelo humedo(gr)	220,15
Suelo seco (gr)	173,188
Peso agua(gr)	46,962
Humedad	27,12%



Humedad %	27,12%
Límite líquido (LL)	31,0%
Límite plástico (LP)	25,6%
Índice de plasticidad (IP)	5,4%
Índice de consistencia (IC)	0,717
Índice de liquidez (IL)	0,28

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g.		173,188		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	84,57	48,8%	48,8%	51,2%
80	53,1708	30,7%	79,5%	20,5%
200	35,4472	20,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	173,188	100,0%		



Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALEZ
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25202-33-172CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No.

2

Profundidad:

0.48-2.10m

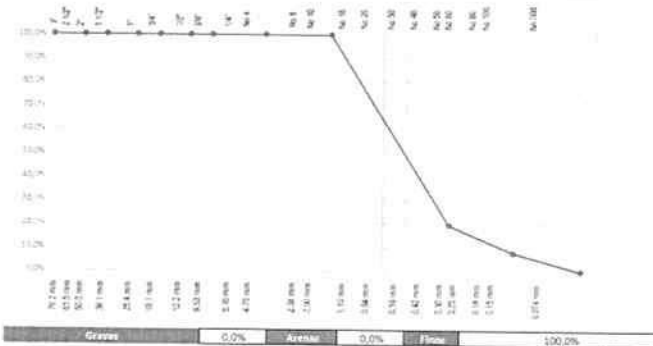
Fecha de ensayo:

24/12/2025

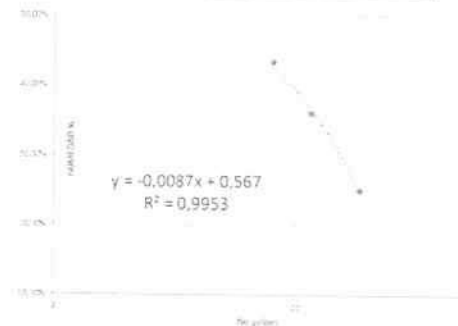
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	37	23	16
Recipiente	56	39	47
P1(gr) Recipiente	8.36	8.79	8.78
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	21.45	26.22	25.65
P3(gr) recipiente+suelo seco	18.84	21.6	20.55
Peso suelo húmedo(gr)	13.09	17.43	16.87
Suelo seco (gr)	10.48	12.81	11.77
Peso agua(gr)	2.61	4.62	5.1
Humedad	24.90%	36.07%	43.33%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	29	18
P1(gr) Recipiente	5.42	5.38
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	10.15	11.59
P3(gr) recipiente+suelo seco	9.18	10.32
Peso suelo húmedo(gr)	4.73	6.21
Suelo seco (gr)	3.76	4.94
Peso agua(gr)	0.97	1.27
Humedad	25.80%	25.71%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	90
P1(gr)	94.57
P2(gr)	303.62
P3(gr)	257.44
Peso suelo húmedo(gr)	209.05
Suelo seco (gr)	162.87
Peso agua(gr)	46.18
Humedad	28.35%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1572 (NTC 1572)				
PESO INICIAL g		162.87		
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No. 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	131.11	80.5%	80.5%	19.5%
80	19.056	11.7%	92.2%	7.8%
200	12.704	7.8%	100.0%	0.0%
Fondo	162.87	100.0%		



Humedad %	28.35%
Límite líquido (LL)	35.0%
Límite plástico (LP)	25.8%
Índice de plasticidad (IP)	9.2%
Índice de consistencia (IC)	0.717
Índice de liquidez (IL)	0.28

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALEZ
(JEFE DE LABORATORIO)

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUEZA
MT 25200-333172-AND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de Cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzoarquitectura@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDIO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

3

Profundidad:

2.20-3.70m

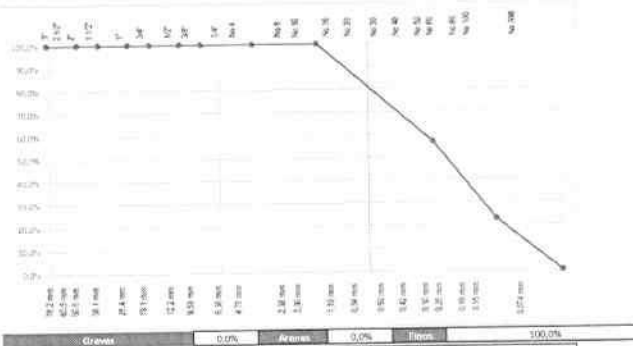
Fecha de ensayo

24/12/2025

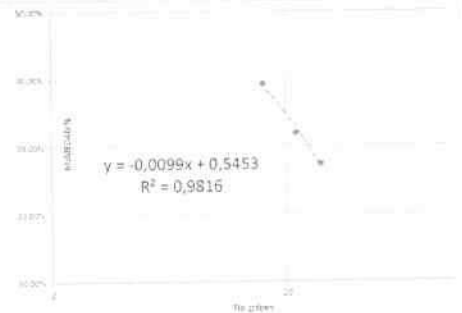
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	28	22	16
Recipiente	36	45	58
P1(gr) Recipiente	9.34	8.73	8.83
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	14.74	13.86	13.02
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.58	12.62	11.84
Peso suelo húmedo(gr)	5.4	5.13	4.19
Suelo seco (gr)	4.24	3.89	3.01
Peso agua(gr)	1.16	1.24	1.18
Humedad	27.36%	31.88%	39.20%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	2	8
P1(gr) Recipiente	5.79	5.35
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	9.64	10.58
P3(gr) recipiente+suelo seco	8.85	9.51
Peso suelo húmedo(gr)	3.85	5.23
Suelo seco (gr)	3.06	4.16
Peso agua(gr)	0.79	1.07
Humedad	25.82%	25.72%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	83
P1(gr)	92.28
P2(gr)	376.59
P3(gr)	325.08
Peso suelo húmedo(gr)	284.31
Suelo seco (gr)	232.8
Peso agua(gr)	51.51
Humedad	22.13%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1502 (NTC 1517)				
PESO INICIAL g.		232.8		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	100.58	43.2%	43.2%	56.8%
80	79.332	34.1%	77.3%	22.7%
200	52.888	22.7%	100.0%	0.0%
TOTAL	232.8	100.0%		



Humedad %	22.13%
Límite líquido (LL)	29.8%
Límite plástico (LP)	25.8%
Índice de plasticidad (IP)	4.0%
Índice de consistencia (IC)	1.908
Índice de liquidez (IL)	-0.91

Clasificación		IG
Clasificación ASTM	A-S	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CEREJUELA
MT 25200-333172 CND



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D 4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

4

Profundidad:

3.70-5.20m

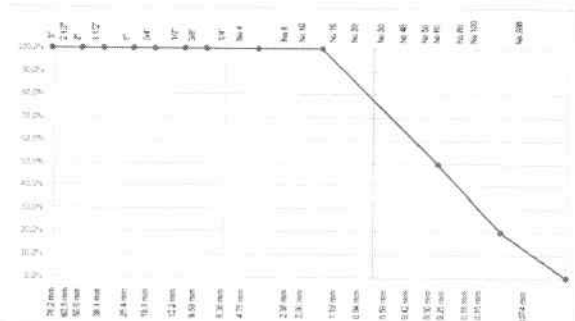
Fecha de ensayo

24/12/2025

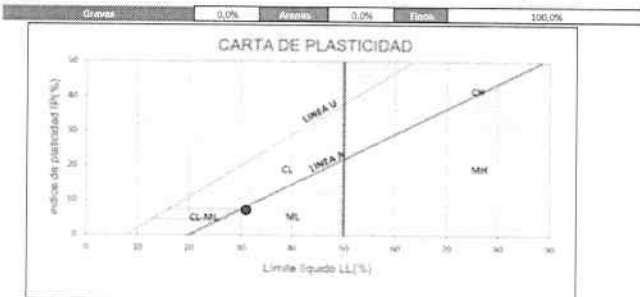
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	28	20	12
Recipiente	31	42	51
P1(gr) Recipiente	9,25	9,04	8,72
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	15,12	14,03	13,36
P3(gr) recipiente+suelo seco	13,85	12,66	11,93
Peso suelo húmedo(gr)	5,87	4,99	4,64
Suelo seco (gr)	4,6	3,62	3,21
Peso agua(gr)	1,27	1,37	1,43
Humedad	27,61%	37,85%	44,55%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	6	8
P1(gr) Recipiente	5,67	5,35
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	12,15	12,91
P3(gr) recipiente+suelo seco	10,9	11,45
Peso suelo húmedo(gr)	6,48	7,56
Suelo seco (gr)	5,23	6,1
Peso agua(gr)	1,25	1,46
Humedad	23,90%	23,93%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	69
P1(gr)	77,28
P2(gr)	316,23
P3(gr)	267,56
Peso suelo húmedo(gr)	238,95
Suelo seco (gr)	190,28
Peso agua(gr)	48,67
Humedad	25,58%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1532 (NTC 1532)				
PESO INICIAL g		190.28		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
Nº 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	95.63	50.3%	50.3%	49.7%
80	56.79	29.8%	80.1%	19.9%
200	37.86	19.9%	100.0%	0.0%
Fondo	190.28	100.0%		



Humedad %	25,58%
Límite líquido (LL)	31,3%
Límite plástico (LP)	23,9%
Índice de plasticidad (IP)	7,4%
Índice de consistencia (IC)	0,776
Índice de liquidez (IL)	0,22

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN PORT CORDERO
MT 35303-33172 CND



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Muestra No

5

Profundidad:

5.20-6.00m

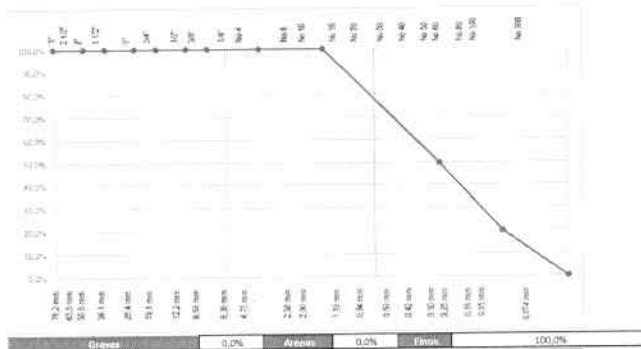
Fecha de ensayo

24/12/2025

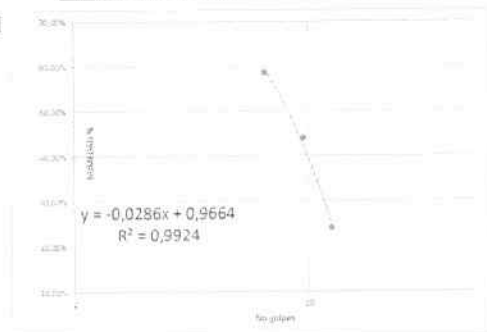
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	25	19	13
Recipiente	32	41	50
P1(gr) Recipiente	9.69	9.12	8.92
P2(gr) recipiente+suelo humedo	14.05	14.16	13.55
P3(gr) recipiente+suelo seco	13.2	12.62	11.84
Peso suelo humedo(gr)	4.36	5.04	4.63
Suelo seco (gr)	3.51	3.5	2.92
Peso agua(gr)	0.85	1.54	1.71
Humedad	24.22%	44.00%	58.56%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	8	10
P1(gr) Recipiente	5.35	5.85
P2(gr) recipiente+suelo humedo	12.08	12.02
P3(gr) recipiente+suelo seco	10.89	10.93
Peso suelo humedo(gr)	6.73	6.17
Suelo seco (gr)	5.54	5.08
Peso agua(gr)	1.19	1.09
Humedad	21.48%	21.46%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	69
P1(gr)	77.28
P2(gr)	320.85
P3(gr)	267.56
Peso suelo humedo(gr)	243.57
Suelo seco (gr)	190.28
Peso agua(gr)	53.29
Humedad	28.01%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1522)				
PESO INICIAL g.		190.28		
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	95.63	50.3%	50.3%	49.7%
80	56.79	29.8%	80.1%	19.9%
200	37.86	19.9%	100.0%	0.0%
Fancho	190.28	100.0%		



Humedad %	28.01%
Límite líquido (LL)	25.1%
Límite plástico (LP)	21.5%
Índice de plasticidad (IP)	3.7%
Índice de consistencia (IC)	-0.781
Índice de liquidez (IL)	1.78

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NEILSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUEIRA
MT 25200-225-0000



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.	Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 1
Profundidad:	0.10-0.44m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)	534,12	Altura del cilindro (cm)	15
Peso humedo 2 (gr)	534,1		
Peso humedo 3 (gr)	534,12	PESO UNITARIO ISRM 07 Volumen(cm3) 294,52 γ t (gr/cm3) <u>1,813</u> γ t (tn/m3) 1,81 W humedad (%) 22,56% γ d (gr/cm3) <u>1,480</u> γ d (tn/m3) 1,480	
Peso humedo prom. (gr)	534,11		
Diametro 1 (cm)	5		
Diametro 2 (cm)	5		
Diametro 3 (cm)	5		
Diametro prom. (cm)	5,00		

Realizó:
NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:
ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Jan Pool Cerquera
25202-333172 CND
Ingeniero Civil



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.	Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	1
Profundidad:	0.44-1.98m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)	537	Altura del cilindro (cm)	15
Peso humedo 2 (gr)	537,01		
Peso humedo 3 (gr)	537,02	PESO UNITARIO ISRM 07 Volumen(cm3) 294,52 γ t (gr/cm3) <u>1,823</u> γ t (tn/m3) 1,82 W humedad (%) 25,86% γ d (gr/cm3) <u>1,449</u> γ d (tn/m3) 1,449	
Peso humedo prom. (gr)	537,01		
Diametro 1 (cm)	5		
Diametro 2 (cm)	5		
Diametro 3 (cm)	5		
Diametro prom. (cm)	5,00		

Realizó:
NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:
ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Jan Pool Cerquera
25202-333172 CND
Ingeniero Civil

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																														
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	1																										
Profundidad:	1.98-3.48m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	24/12/2025																											
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>535,02</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>535,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>535</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>535,02</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	535,02	Peso humedo 2 (gr)	535,03	Peso humedo 3 (gr)	535	Peso humedo prom. (gr)	535,02	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">15</td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td>1,817</td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,82</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>23,59%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td>1,470</td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,470</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	1,817	γ t (tn/m3)	1,82	W humedad (%)	23,59%	γ d (gr/cm3)	1,470	γ d (tn/m3)	1,470
Peso humedo 1 (gr)	535,02																															
Peso humedo 2 (gr)	535,03																															
Peso humedo 3 (gr)	535																															
Peso humedo prom. (gr)	535,02																															
Altura del cilindro (cm)																																
15																																
PESO UNITARIO ISRM 07																																
Volumen(cm3)	294,52																															
γ t (gr/cm3)	1,817																															
γ t (tn/m3)	1,82																															
W humedad (%)	23,59%																															
γ d (gr/cm3)	1,470																															
γ d (tn/m3)	1,470																															
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																														
		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																														
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	1																										
Profundidad:	3.48-4.98m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	24/12/2025																											
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>536,02</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>536,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>536</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>536,02</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	536,02	Peso humedo 2 (gr)	536,03	Peso humedo 3 (gr)	536	Peso humedo prom. (gr)	536,02	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">15</td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td>1,820</td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>1,82</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>24,69%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td>1,460</td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,460</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	1,820	γ t (tn/m3)	1,82	W humedad (%)	24,69%	γ d (gr/cm3)	1,460	γ d (tn/m3)	1,460
Peso humedo 1 (gr)	536,02																															
Peso humedo 2 (gr)	536,03																															
Peso humedo 3 (gr)	536																															
Peso humedo prom. (gr)	536,02																															
Altura del cilindro (cm)																																
15																																
PESO UNITARIO ISRM 07																																
Volumen(cm3)	294,52																															
γ t (gr/cm3)	1,820																															
γ t (tn/m3)	1,82																															
W humedad (%)	24,69%																															
γ d (gr/cm3)	1,460																															
γ d (tn/m3)	1,460																															
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																														



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.

Ubicación:

GUACHETÁ -
CUNDINAMARCA

Perforación

1

Profundidad:

4.98-6.00m

Muestra No:

5

Fecha de ensayo:

24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)

533,02

Peso humedo 2 (gr)

533,03

Peso humedo 3 (gr)

533

Peso humedo prom. (gr)

533,02

Diametro 1 (cm)

5

Diametro 2 (cm)

5

Diametro 3 (cm)

5

Diametro prom. (cm)

5,00

Altura del cilindro (cm)

15

PESO UNITARIO ISRM 07

Volumen(cm3)

294,52

γ_t (gr/cm3)

1,810

γ_t (tn/m3)

1,81

W humedad (%)

21,56%

γ_d (gr/cm3)

1,489

γ_d (tn/m3)

1,489

Realizó:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																					
Profundidad:	0.10-0.48m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	24/12/2025																						
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>539,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>539,20</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>539,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>539,133</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	539,10	Peso humedo 2 (gr)	539,20	Peso humedo 3 (gr)	539,10	Peso humedo prom. (gr)	539,133	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>1,831</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,83</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,12%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,440</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,440</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	1,831	y t (tn/m3)	1,83	W humedad (%)	27,12%	y d (gr/cm3)	1,440	y d (tn/m3)	1,440	Altura del cilindro (cm)	15
Peso humedo 1 (gr)	539,10																										
Peso humedo 2 (gr)	539,20																										
Peso humedo 3 (gr)	539,10																										
Peso humedo prom. (gr)	539,133																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
y t (gr/cm3)	1,831																										
y t (tn/m3)	1,83																										
W humedad (%)	27,12%																										
y d (gr/cm3)	1,440																										
y d (tn/m3)	1,440																										
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																		
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																								

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																									
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2																					
Profundidad:	0.48-2.20m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	24/12/2025																						
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>541,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>541,20</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>541,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>541,133</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	541,10	Peso humedo 2 (gr)	541,20	Peso humedo 3 (gr)	541,10	Peso humedo prom. (gr)	541,133	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>1,837</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,84</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>28,35%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,431</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,431</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	1,837	y t (tn/m3)	1,84	W humedad (%)	28,35%	y d (gr/cm3)	1,431	y d (tn/m3)	1,431	Altura del cilindro (cm)	15
Peso humedo 1 (gr)	541,10																										
Peso humedo 2 (gr)	541,20																										
Peso humedo 3 (gr)	541,10																										
Peso humedo prom. (gr)	541,133																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
y t (gr/cm3)	1,837																										
y t (tn/m3)	1,84																										
W humedad (%)	28,35%																										
y d (gr/cm3)	1,431																										
y d (tn/m3)	1,431																										
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																		
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																								

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación:	Sondeo 2																								
Profundidad:	2.20-3.70m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	24/12/2025																									
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>532,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>532,20</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>532,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>532,133</td> </tr> </table>	Peso humedo 1 (gr)	532,10	Peso humedo 2 (gr)	532,20	Peso humedo 3 (gr)	532,10	Peso humedo prom. (gr)	532,133	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Altura del cilindro (cm) </td> <td> 15 </td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>1,807</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,81</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>22,13%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,479</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,479</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	1,807	y t (tn/m3)	1,81	W humedad (%)	22,13%	y d (gr/cm3)	1,479	y d (tn/m3)	1,479
Peso humedo 1 (gr)	532,10																													
Peso humedo 2 (gr)	532,20																													
Peso humedo 3 (gr)	532,10																													
Peso humedo prom. (gr)	532,133																													
Altura del cilindro (cm)		15																												
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
y t (gr/cm3)	1,807																													
y t (tn/m3)	1,81																													
W humedad (%)	22,13%																													
y d (gr/cm3)	1,479																													
y d (tn/m3)	1,479																													
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>	Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																						
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																											

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.		Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación:	Sondeo 2																								
Profundidad:	3.70-5.20m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	24/12/2025																									
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>536,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>536,20</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>536,10</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>536,133</td> </tr> </table>	Peso humedo 1 (gr)	536,10	Peso humedo 2 (gr)	536,20	Peso humedo 3 (gr)	536,10	Peso humedo prom. (gr)	536,133	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Altura del cilindro (cm) </td> <td> 15 </td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>1,820</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>1,82</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,58%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,450</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,450</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	1,820	y t (tn/m3)	1,82	W humedad (%)	25,58%	y d (gr/cm3)	1,450	y d (tn/m3)	1,450
Peso humedo 1 (gr)	536,10																													
Peso humedo 2 (gr)	536,20																													
Peso humedo 3 (gr)	536,10																													
Peso humedo prom. (gr)	536,133																													
Altura del cilindro (cm)		15																												
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
y t (gr/cm3)	1,820																													
y t (tn/m3)	1,82																													
W humedad (%)	25,58%																													
y d (gr/cm3)	1,450																													
y d (tn/m3)	1,450																													
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>	Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																						
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																											



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 1 - Vereda Ticha.	Ubicación:	GUACHETÁ - CUNDINAMARCA	Perforación	Sondeo 2														
Profundidad:	5.20-6.00m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	24/12/2025														
Altura del cilindro (cm)					15														
Peso humedo 1 (gr)	539,10	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</th></tr></thead><tbody><tr><td>Volumen(cm3)</td><td>294,52</td></tr><tr><td>γ_t (gr/cm3)</td><td><u>1,831</u></td></tr><tr><td>γ_t (tn/m3)</td><td>1,83</td></tr><tr><td>W humedad (%)</td><td>28,01%</td></tr><tr><td>γ_d (gr/cm3)</td><td><u>1,430</u></td></tr><tr><td>γ_d (tn/m3)</td><td>1,430</td></tr></tbody></table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	<u>1,831</u>	γ_t (tn/m3)	1,83	W humedad (%)	28,01%	γ_d (gr/cm3)	<u>1,430</u>	γ_d (tn/m3)	1,430
PESO UNITARIO ISRM 07																			
Volumen(cm3)	294,52																		
γ_t (gr/cm3)	<u>1,831</u>																		
γ_t (tn/m3)	1,83																		
W humedad (%)	28,01%																		
γ_d (gr/cm3)	<u>1,430</u>																		
γ_d (tn/m3)	1,430																		
Peso humedo 2 (gr)	539,20																		
Peso humedo 3 (gr)	539,10																		
Peso humedo prom. (gr)	539,133																		
Diametro 1 (cm)	5																		
Diametro 2 (cm)	5																		
Diametro 3 (cm)	5																		
Diametro prom. (cm)	5,00																		
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND 																	

Ing. Ericson Jan Pool Cerquera Vásquez

C.C. 1.018.459.196 · Matrícula profesional COPNIA: 25202-333172 (Vigente)

Ciudad: Bogotá · Dirección: Vereda Tiquiza, Chía (Cund.)

Contacto: 311 546 0884 – 313 805 2044 · Correo: jan_pool_13@hotmail.com

PERFIL

Ingeniero civil con especialización en Pavimentos y Estructuras. Gerente técnico de Suelos J&A S.A.S. desde 2016. Experiencia en estudios de suelos, sondeos (manual y mecánico), ensayos de laboratorio, capacidad portante y asentamientos (NSR-10 Título H), diseño/revisión de pavimentos y estabilidad de taludes.

FORMACIÓN

- Especialización en Ingeniería de Pavimentos – Universidad Católica de Colombia (2017).
- Especialización en Estructuras – Universidad Santo Tomás (2021).
- Ingeniero Civil – Universidad La Gran Colombia (2015).
- Maestría en Estructuras (en curso) – Universidad Militar Nueva Granada (desde 2022).

EXPERIENCIA RECIENTE (selección)

- Suelos J&A S.A.S. – Gerente Técnico (2016–Actual): Elaboración y radicación de estudios de suelos; coordinación de campo y laboratorio; informes para curaduría y planeación; diseño/modelación de pavimentos (INVIAS/IDU). Proyectos representativos: múltiples estudios en Chía y Bogotá.
- Geoandina – Ingeniero Auxiliar (6 meses): sísmica, tomografía e informes.
- MYR Ingeniería – Ingeniero Auxiliar (5 meses): hidrología, alcantarillado y acueducto (Sewer/WaterGEMS).
- HJ Ingenieros Civiles – Residente (4 meses): urbanismo e hidráulica.

SOFTWARE

BSA-PPCA, VISAR, CEDEM; SewerGEMS / WaterGEMS; MS Project; ArcGIS.

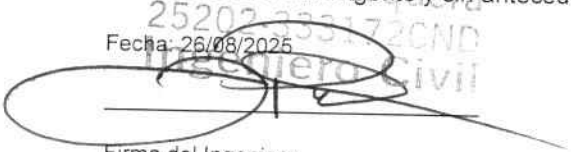
PUBLICACIONES (selección)

- Evaluation of variation of resistance of a mix asphalt MDC-19...
- Determinación de parámetros dinámicos...

SOPORTE DOCUMENTAL

Certificado COPNIA vigente y sin antecedentes (se anexa cuando se requiera).

Fecha: 26/08/2025


Firma del Ingeniero

Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
GPR CONSTRUCTORA INGENIERIA & ARQUITECTURA SAS
NIT: 900088206-0**

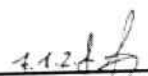
CERTIFICA QUE

El señor **ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, y matrícula profesional No **25202-333172 CND** labora para nuestra compañía desde 18 de mayo de 2016 la fecha bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **Ingeniero geotecnista**, realizando las funciones descritas a continuación

- Coordinación de perforaciones de campo y análisis de perfiles estratigrafías, elaboración de estudios de suelos, orientados al cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos para edificaciones para edificaciones, realizado bajo los lineamientos estipulados en el **titulo H** del reglamento sismo resistente NSR-10

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los veinte dos (22) días del mes de septiembre del 2021.

Cordialmente,


ING. FERNEY ALONSO PACHON
INGENIERO CIVIL
C.C 3.196.553
MP 25202100572CND
Representante Legal
Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

Bogotá D.C. 07 de abril de 2021

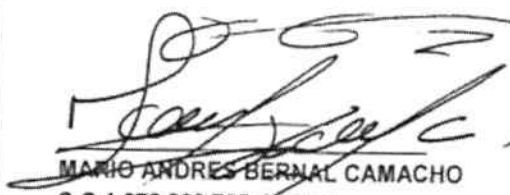
**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
SUELOS J&A SAS
NIT: 900.969.507-6
CERTIFICA QUE**

El señor **ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, laboro para nuestra compañía desde **mayo de 2016** hasta **diciembre de 2018** bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **GERENTE TECNICO**, y sus principales funciones fueron:

- Diseñar, definir, direccionar, planificar, organizar, implementar, controlar y validar los Proyectos de Ingeniería Civil propios del diseño estructural.
- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los siete (07) días del mes de abril del 2021.

Cordialmente,


MARIO ANDRES BERNAL CAMACHO
C.C 1.072.662.765 de Chía
Representante Legal
SUELOS J & A SAS



Carrera 14F # 7 -15-IBARO 2
Chía-Cundinamarca
Tel: 3115460884-3138052044
gerenciasuelosiya@gmail.com
gerenciatecnicasuelosiya@gmail.com

EL SUSCRITO CONTADOR PUBLICO DE LA COMPAÑIA PROGETTO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT: 901341187-1

CERTIFICA QUE

El señor ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, labora para esta empresa con el cargo de GERENTE TECNICO desde el 18 de noviembre de 2019, con un contrato a término indefinido vigente y sus principales funciones son:

- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los ocho (08) días del mes de noviembre de 2023.

Cordialmente,


PROGETTO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT 901341187-1

Clara Ibés Camacho Beltrán
C.C 35198613 de Chía
Gestión Humana

Carrera 14 C No. 7-56 Ibaro II
Chía (Cundinamarca)
Tel: 3115460884-3139052044
progetto.gerencia@gmail.com
progetto.gerenciatecnica@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

Vigilada Mineducación
Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 1970

CONSIDERANDO QUE:

ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VÁSQUEZ
C.C. 1018459196 BOGOTÁ D.C.

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ
CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY Y LOS REGLAMENTOS, LE CONFIERE EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.
BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE 7 DE 2017

RECTOR

SECRETARIO GENERAL

DECANO

ANOTADO AL FOLIO NO. 304 3 PC LIBRO 2 DEL 7 DE DICIEMBRE DE 2017

20385



Matrícula Profesional No.
25202-333172 CND
Fecha de Expedición: 10/06/2016

Nombre:
ERICCCSON JAN POOL
CERQUERA VASQUEZ
Cédula:
C.C. 1018459196
Profesión:
INGENIERO CIVIL
Institución:
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA, Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NÚMERO: **1.018.459.196**
CERQUERA VASQUEZ

APellidos:
ERICCCSON JAN POOL

Nombre:



ÍNDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO: **10-MAY-1993**
VILLAVICENCIO
(META)

LUGAR DE NACIMIENTO:

1.65

O+

M

ESTATURA

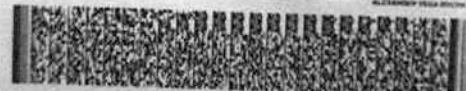
G.S. RH

SEÑO

12-MAY-2011 BOGOTÁ D.C.

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

REGISTRACIÓN NACIONAL
ALCANTARILLA VISA 000000



A: 1506150-01134306 M: 1018459196-20200226

007020010A 1

99120033209



**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1018459196, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-333172 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Octubre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

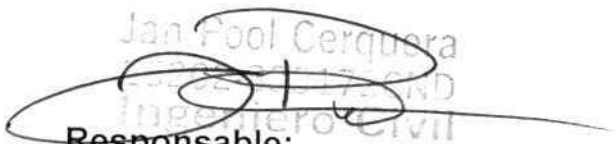
Jan Pool Cerquera
25202-333172
Ingeniería Civil
Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

ESTUDIO DE SUELOS – INFORME TÉCNICO

Versión 94–2025 – jueves, 8 de enero de 2026

Asunto: Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 – Vereda Nengua.


Responsable:

Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez

jueves, 8 de enero de 2026

Oficina de Planeación de Guachetá

REF Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 – Vereda Nengua.

En adjunto enviamos los resultados, conclusiones y recomendaciones correspondientes del estudio de suelos en referencia. Reiteramos a ustedes nuestra disposición para atender cualquier inquietud con respecto a este trabajo y confiamos poder colaborarles en futuros proyectos.

Atentamente.


Ing. Jan Pool Cerquera Vásquez
MT: 25202-333172CND

jueves, 8 de enero de 2026

Oficina de planeación de Guachetá - Cundinamarca

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** con Matrícula Profesional N° 25202-333172 del Consejo Profesional de Ingeniería COPNIA

CERTIFICO

Que realicé la consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 – Vereda Nengua. Fueron realizados en conformidad a lo descrito en la normativa colombiana vigente, Aclaro que me responsabilizo por los Estudios, Diseños y Cálculos, siempre y cuando en la Construcción se sigan textual y cabalmente las Directrices y Técnicas hechas por el Suscrito.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad y exonero a la Oficina de planeación de Guachetá, de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio, y asumo responsabilidad referente al requisito H.1.1.2.2. de la NSR-10 "cumplimiento y responsabilidad" con respecto a la ejecución del estudio geotécnico realizando todas las investigaciones y análisis necesarios para la identificación de las amenazas geotécnicas, la adecuada caracterización del subsuelo y los análisis de estabilidad de la edificación, construcciones vecinas, infraestructura existente, vías aledañas y posibles redes de servicios públicos que puedan llegar a presentarse.

Cordialmente:


Firma

Jan Pool Cerquera Vásquez

Cc: 1.018.459.196

Tarjeta P No: 25202-333172

Cel: 3138052044

TABLA CONTENIDO

GENERALIDADES	6
OBJETIVOS.....	7
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	8
2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL.....	8
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	8
2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS.....	9
2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN.....	10
3. GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA.....	12
5. CLIMATOLOGÍA.....	12
6. EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	13
6.1. DATOS DE CAMPO SPT.....	14
7. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	20
7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.3.1.....	20
7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1.....	21
8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....	22
9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO.....	23
9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N60.....	23
9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES.....	23
10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.....	24
10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD.....	24
10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA.....	25
10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (FS=3.0).....	25
10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO.....	25
10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO.....	26
11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS.....	27
11.1. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO.....	27
12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	28

13.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO	30
14.	MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO	31
15.	ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN	32
16.	LIMITACIONES	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10.....	8
Tabla 2.	Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10	9
Tabla 3.	Coordenadas de los sondeos.....	10
Tabla 4.	Perfil estratigráfico promedio.....	16
Tabla 5.	Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia.....	17
Tabla 6.	Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia	19
Tabla 7.	Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia	20
Tabla 8.	Perfil de Humedades. Fuente propia.....	21
Tabla 9.	Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia	21
Tabla 10.	Perfil pesos específicos. Fuente propia	22
Tabla 11.	Potencial de expansión, fuente Propia.....	22
Tabla 12.	Datos de entrada cálculo de capacidad portante	26
Tabla 13.	Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10.....	29
Tabla 14.	Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia	30

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del proyecto.....	8
Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración Fuente: elaboración propia	10
Ilustración 3. Geología local.....	11
Ilustración 4. Esquema de referencia; se adopta $Aa=0,15$ y $Av=0,20$ según NSR-10	12
Ilustración 5. Climatología del proyecto Fuente: Weather Spark	13
Ilustración 6. Perforación manual Sondeo 1	14
Ilustración 7. Perforación manual Sondeo 2	14
Ilustración 8. Muestra Número 1	16
Ilustración 9. Muestra Número 2	16
Ilustración 10. Muestra Número 3	16
Ilustración 11. Muestra Número 4	16
Ilustración 12. Muestra Número 5	17
Ilustración 13. Muestra Número 6	17
Ilustración 14. Estructura de cimentación. Fuente Propia	32

GENERALIDADES

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico para el proyecto en referencia.

En el documento inicialmente se relaciona toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica. Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

OBJETIVOS.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características geotécnicas del material de fundación del proyecto en referencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar el perfil estratigráfico típico de la zona, identificando el cambio de estratos y divisoria de aguas de la zona.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
- Determinar la capacidad de carga máxima que puede soportar el suelo de fundación ante las cargas de servicio.
- Identificar el tipo de cimentación más adecuado.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

En la siguiente ilustración se muestra la localización del proyecto en referencia.



Ilustración 1. Localización general del proyecto

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La clasificación de la estructura conforme a la tabla H.3.1-1(ver tabla 1) se caracteriza como una estructura de categoría BAJA.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Tabla 1. Tabla H.3.1-1 clasificación de las unidades de construcción. Tomado de Norma NSR10

2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS

El número mínimo de sondeos necesarios y la profundidad de exploración se estipula conforme a la tabla H.3.2-1 de la norma NSR 10 la cual estipula la ejecución de 3 sondeos de exploración a 6 metros de profundidad.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Tabla 2. Tabla H.3.2-1 Número Mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Tomado de Norma NSR10

Si bien la Tabla H.3.2-1 sugiere un mínimo de tres (3) sondeos para este tipo de unidad de construcción, para el presente estudio se ejecutaron dos (2) sondeos, criterio considerado suficiente dada la homogeneidad observada en el terreno y el alcance del puente proyectado.

2.4. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLORACIÓN

En la siguiente ilustración puede observarse la localización específica de los sondeos de exploración ejecutados para la exploración del proyecto en referencia.



Ilustración 2. Localización Especifica Sondeos de exploración
Fuente: elaboración propia

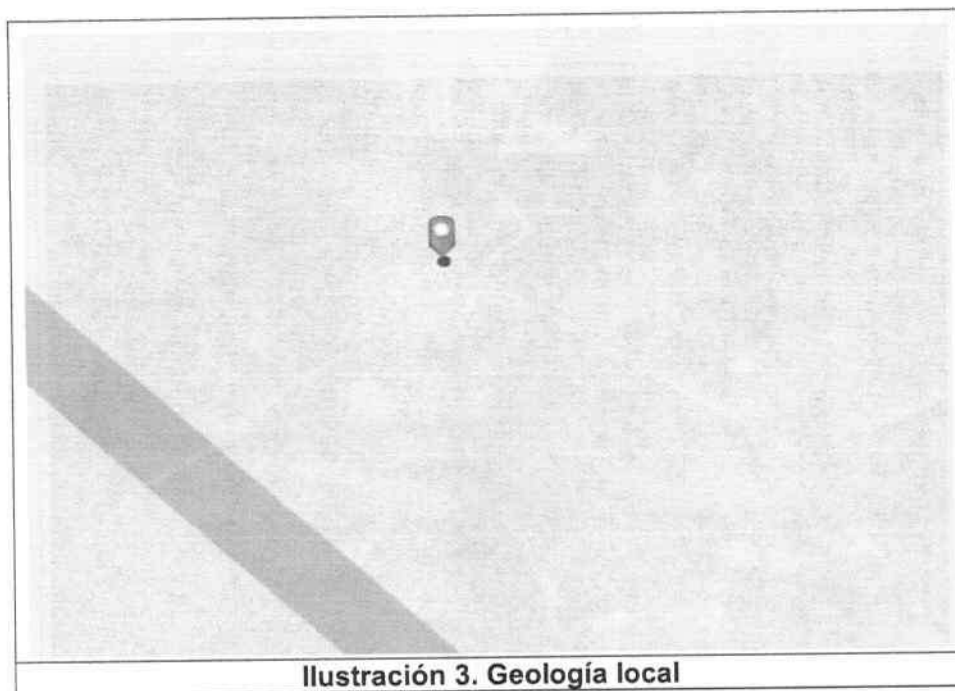
N° DE SONDEO	OESTE	NORTE
1	73°42'53.20"O	5°24'7.28"N
2	73°42'52.99"O	5°24'7.35"N

Tabla 3. Coordenadas de los sondeos

3. GEOLOGÍA REGIONAL

La zonificación es la unidad geotécnica k1k6-Stm corresponde a una secuencia estratificada de shales, calizas, fosforitas, cherts y cuarzarenitas, con predominio de facies finas hacia el norte del Cocuy y niveles más arenosos hacia el sur, de edad Cenomaniano–Maastrichtiano. Desde el punto de vista ingenieril se trata de un macizo rocoso muy heterogéneo y anisótropo, donde alternan estratos arcillosos

potencialmente blandos y deformables (shales) con bancos carbonatados y silíceos más competentes, lo que implica variaciones marcadas de rigidez, permeabilidad y comportamiento frente a excavaciones y cimentaciones superficiales o profundas.



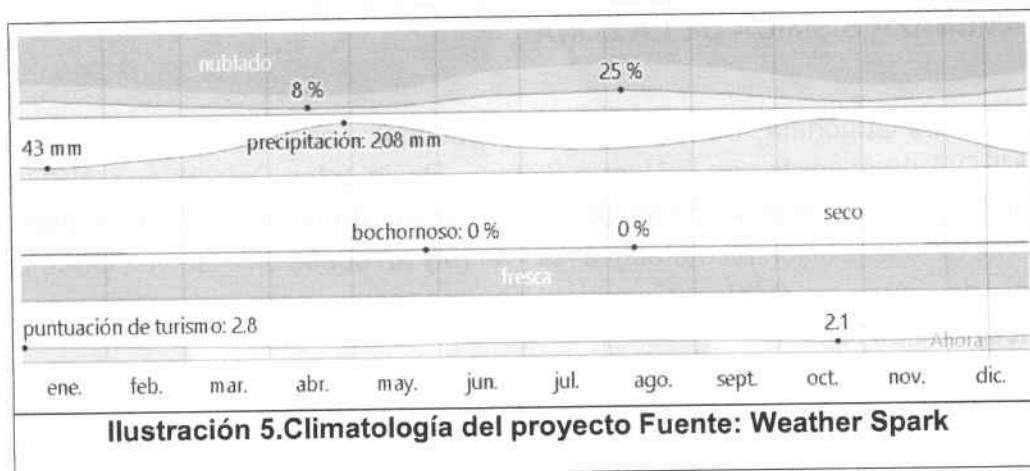
4. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

El municipio de Guachetá, Cundinamarca, se encuentra en zona de riesgo sísmico INTERMEDIA de acuerdo con la Norma Sismo – Resistentes Colombiana, NSR-10. Por lo anterior los diseños sísmicos que se proyecten, se deben realizar usando un coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a = 0.15$ y un coeficiente de velocidad pico efectiva de $A_v = 0.20$. (Comisión permanente para el régimen de construcciones, 2010).



5. CLIMATOLOGÍA

En Guachetá, los veranos son frescos; los inviernos son cortos, fríos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6°C a 18°C y rara vez baja a menos de 1°C o sube a más de 20°C .



6. EXPLORACIÓN DE CAMPO

El día 22 de diciembre del año 2025, se realizó la exploración en campo para el estudio de suelos del proyecto Puente 3, Vereda Nengua, para el cual se desarrollaron dos perforaciones hasta una profundidad de 6.00 metros. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (Standard Penetration Test, S.P.T.) y el ensayo de corte con veleta ASTM. D – 2573 tomando un muestreador de mediacaña estándar que se compone de una zapata de acero para herramientas de conducción, un tubo de acero que se divide longitudinalmente por la mitad y un acoplamiento en la parte superior. El acoplamiento conecta la toma de muestras a la varilla de perforación. Y a la veleta de cuatro hojas (Das, 2015).



**Ilustración 6. Perforación manual
Sondeo 1**



**Ilustración 7. Perforación manual
Sondeo 2**

En las ilustraciones se evidencia el proceso de perforación manual con el método de SPT realizada sobre una capa inicial (nivel cero) en el cual se retiró esta, donde se encontró una capa de material orgánico en el lugar de los sondeos.

6.1. DATOS DE CAMPO SPT

Durante la ejecución de los dos sondeos de exploración se realizó el ensayo SPT (Standard Penetración Test, S.P.T.) ASTM D 1586, con el cual se evaluó el número de golpes para N15, N30 y N45 estos datos fueron recolectados respectivamente para cada sondeo.

Es importante señalar que hay varios factores que contribuyen a la variación de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad de perfiles de suelos similares. Estos factores incluyen la prueba de penetración (SPT), la eficiencia de martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de la varilla (Seed et al., 1985; Skempton, 1986).

El número de penetración estándar para el ensayo SPT está definido como:

$$N = N30 + N45$$

Con base en las observaciones de campo se estandariza el número de penetración estándar de campo basado en la energía de conducción de entrada y su disipación entorno a la toma de muestras en el suelo circundante con la siguiente relación

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60}$$

N_{60} = número de penetración estándar corregido para condiciones de campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martillo (%)

η_B = corrección para el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección para la longitud de la varilla

(Skempton A. , 1986), propone que los valores de la ecuación anterior son:

a. Debido a que el martillo cae de manera libre

$$\eta_H = 45$$

b. debido a que el diámetro de la perforación es un diámetro menor a 60 mm

$$\eta_B = 1$$

c. Debido a que se tiene un muestreador estándar

$$\eta_S = 1.0$$

d. Debido a que la longitud de la varilla es de un metro

$$\eta_R = 0,75$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido finalmente será para este tipo de ensayo Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986)

$$N_{60} = \frac{(N_{30} + N_{45})(45)(1)(1,0)(0,75)}{60}$$

$$N_{60} = (0,5625)N$$

Ejemplo de cálculo

En el sondeo 1 a una profundidad de 1.98 m los valores N_{15} , N_{30} Y N_{45} dieron respectivamente: 15, 19, 24 por lo que el número de penetración estándar será

$$N = 19 + 24$$

$$N = 43$$

Por lo que el número de penetración estándar corregido será:

$$N_{60} = 0.5625(43)$$

$$N_{60} = 24,19$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los valores N60 para cada profundidad registrada en los dos sondeos realizados, junto con los valores promedios correspondientes. Asimismo, se incluyen fotografías de las muestras recolectadas durante la ejecución de los ensayos, con el fin de evidenciar las características visuales y físicas del material extraído en campo.

Prof(m)	Sondeo 1	Sondeo 2
	N60	N60
1,98	24,19	22,50
3,00	21,94	19,69
4,00	22,50	23,63
5,00	21,38	23,06
6,00	27,00	24,75
N60 Promedio	23,40	22,73
N60 Promedio Min	22,73	

Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio

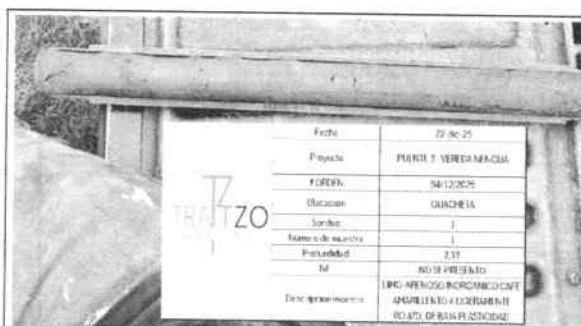


Ilustración 8. Muestra Número 1

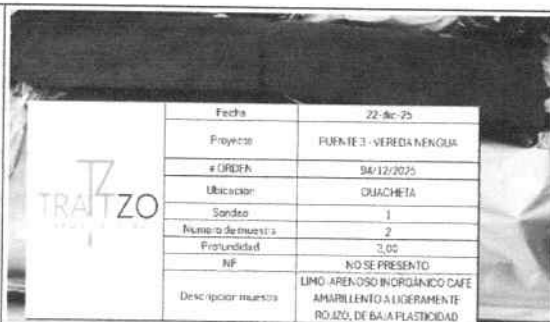


Ilustración 9. Muestra Número 2

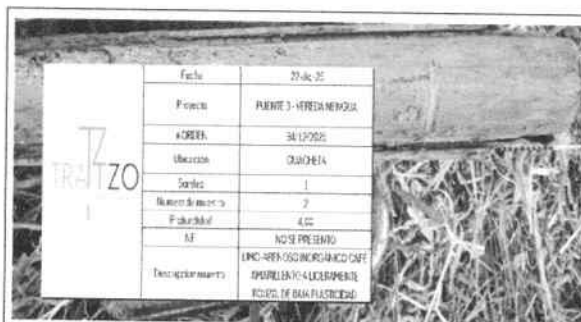
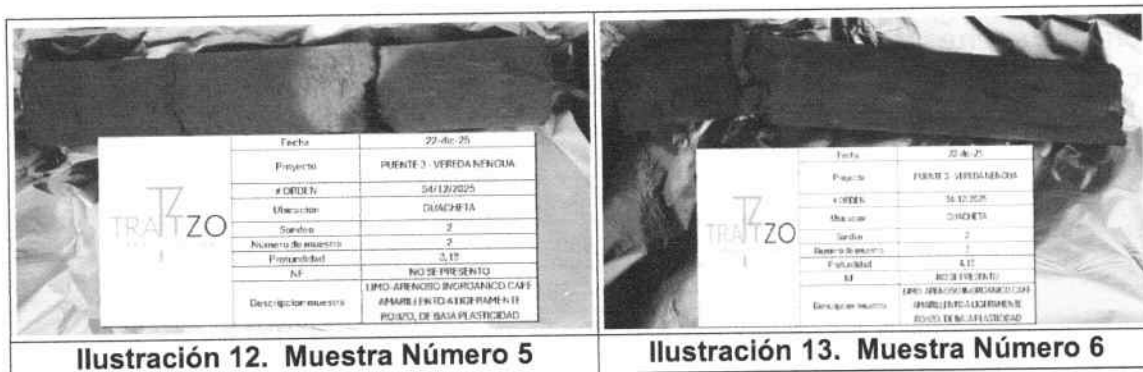


Ilustración 10. Muestra Número 3



Ilustración 11. Muestra Número 4



En las ilustraciones se puede observar las muestras recogidas en el ensayo a diferentes profundidades, se observa arcilla limosa gris, Según (Das, 2015) la consistencia del suelo se puede medir teniendo como referencia el N60 de la siguiente forma:

N60	Consistencia
0 a 2	Muy Blanda
2 a 5	Blanda
5 a 10	rigidez media
10 a 20	Rígida
20 a 30	Muy rígida.

Tabla 5. Consistencia del suelo según el valor de N60. Fuente propia

• **PERFORACIÓN 1**

Nivel freático: No se presentó

Bajo una delgada capa de material orgánico hasta 0,30 m, se identifica un estrato prácticamente homogéneo de limo-arenoso inorgánico café amarillento a ligeramente rojizo, de baja plasticidad, humedad natural moderada y consistencia firme, que se extiende al menos hasta 6,00 m de profundidad. Los valores corregidos de penetración estándar se ubican en el rango $N_{60} \approx 21-27$ golpes/0,30 m, lo que indica un suelo de resistencia media a moderadamente alta y baja a media compresibilidad, compatible con un depósito limoso arenoso relativamente consolidado; no se registró presencia de nivel freático dentro de la profundidad investigada. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,30	MATERIAL ORGÁNICO					
1,98	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	15	19	24	43	24,19
3,00	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	19	19	20	39	21,94
4,00	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	18	19	21	40	22,50
5,00	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	16	15	23	38	21,38
6,00	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	20	24	24	48	27,00

SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN

Tabla 6. Perfil estratigráfico de sondeo 1 Fuente propia

• PERFORACIÓN 2

Nivel freático: No se presentó

Bajo una delgada capa de material orgánico hasta 0,42 m, se evidencia un estrato continuo de limo-arenoso inorgánico café amarillento a ligeramente rojizo, de baja plasticidad, humedad natural moderada y consistencia firme, que se mantiene prácticamente homogéneo entre 0,42 y 6,18 m de profundidad. Los valores corregidos de penetración estándar se sitúan en el rango $N_{60} \approx 20-25$ golpes/0,30 m, lo que indica un suelo de resistencia media a moderadamente alta y baja a media compresibilidad, coherente con un depósito limoso arenoso relativamente consolidado; no se registró presencia de nivel freático dentro de la profundidad investigada. A continuación, se evidencia el número de golpes para N15, N30, N45 y N60.

Profundidad (m)	Descripción	N15	N30	N45	N	N60
0,42	MATERIAL ORGÁNICO					
2,18	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	17	17	23	40	22,50
3,18	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	15	16	19	35	19,69
4,18	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	18	21	21	42	23,63
5,18	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON	16	18	23	41	23,06

	HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME					
6,18	LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	20	22	22	44	24,75
SE FINALIZA LA EXPLORACIÓN						

Tabla 7. Perfil estratigráfico de sondeo 2 Fuente propia

7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se tomaron muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasificaron 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 a las características de los suelos. Las muestras fueron seleccionadas tal como lo indica la NSR-10 título H ARTÍCULO H.3.3.1 Y el artículo H.3.3.2. Las muestras seleccionadas constituyen el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo tal como lo indica el artículo H.3.2.4. ítem A. Específicamente se ejecutaron ensayos de humedad natural, granulometrías y pesos específicos. Para los cuales se encontraron los siguientes resultados.

7.1. HUMEDADES NATURALES. Artículo H.3.3.1

Se recuperaron muestras representativas de los sondeos las cuales fueron llevadas al laboratorio para determinar la humedad natural con base a la norma NTC 1527, para el cual se obtiene los siguientes perfiles de humedades.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)
1	0.30-1.98 m	29,87%
	1.98-3.00 m	27,56%
	3.00-4.00 m	27,12%
	4.00-5.00 m	26,13%
	5.00-6.00 m	25,12%
SONDEO	Prof. (m)	w (%)
2	0.42-2.18m	25,80%
	2.18-3.18m	23,50%

	3.18-4.18m	27,56%
	4.18-5.18m	24,12%
	5.18-6.18m	21,24%

Tabla 8. Perfil de Humedades. Fuente propia

7.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN. Artículo H.3.3.3.1

Dadas las características naturales del terreno se realizaron los respectivos ensayos de clasificación Bajo la NTC 1493, la NTC 1494 y la NTC 1522 con los cuales se identificó el perfil estratigráfico del suelo SUCS de fundación tal y como puede observarse en la siguiente tabla resumen.

SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
1	0.30-1.98 m	29,87%	32,04%	25,96%	6,08%	ML
	1.98-3.00 m	27,56%	34,47%	26,25%	8,22%	ML
	3.00-4.00 m	27,12%	34,96%	29,58%	5,38%	ML
	4.00-5.00 m	26,13%	35,07%	25,89%	9,18%	ML
	5.00-6.00 m	25,12%	30,16%	25,36%	4,80%	ML
SONDEO	Prof. (m)	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN
2	0.42-2.18m	25,80%	35,80%	25,37%	10,43%	ML
	2.18-3.18m	23,50%	33,24%	24,67%	8,57%	ML
	3.18-4.18m	27,56%	34,66%	24,87%	9,79%	ML
	4.18-5.18m	24,12%	30,24%	26,92%	3,32%	ML
	5.18-6.18m	21,24%	25,36%	21,14%	4,22%	ML
	0.42-2.18m	25,80%	35,80%	25,37%	10,43%	ML

Tabla 9 Clasificación de perfil estratigráfico Fuente propia

Los datos anteriormente evidencian que los perfiles estratigráficos presentes en el suelo de fundación de los sondeos corresponden a un perfil que varía en el sistema SUCS como una ML (Limo inorgánico de baja plasticidad).

7.3. PESOS ESPECÍFICOS Artículo H.3.3.3.1

En la siguiente tabla puede observarse un perfil de pesos específicos calculados por el método de parafinado por medidas **METODO ISRM-07**.

Sondeo	Profundidad (m)	Yd (Tn/m3)
1	0.30-1.98 m	1,55
	1.98-3.00 m	1,57

	3.00-4.00 m	1,58
	4.00-5.00 m	1,60
	5.00-6.00 m	1,62
Sondeo	Profundidad (m)	Yd (Tn/m3)
2	0.42-2.18m	1,55
	2.18-3.18m	1,57
	3.18-4.18m	1,58
	4.18-5.18m	1,60
	5.18-6.18m	1,62

Tabla 10. Perfil pesos específicos. Fuente propia

8. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Tomando como base la tabla H.9.1-1 presentada en la NSR-10 TITULO H a continuación se presenta la cuantificación para el potencial de expansión del suelo presente:

SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
1	0.30-1.98 m	32,04%	6,08%	ML	BAJO
	1.98-3.00 m	34,47%	8,22%	ML	BAJO
	3.00-4.00 m	34,96%	5,38%	ML	BAJO
	4.00-5.00 m	35,07%	9,18%	ML	BAJO
	5.00-6.00 m	30,16%	4,80%	ML	BAJO
SONDEO	Prof. (m)	LL (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN	POTENCIAL
2	0.42-2.18m	35,80%	10,43%	ML	BAJO
	2.18-3.18m	33,24%	8,57%	ML	BAJO
	3.18-4.18m	34,66%	9,79%	ML	BAJO
	4.18-5.18m	30,24%	3,32%	ML	BAJO
	5.18-6.18m	25,36%	4,22%	ML	BAJO

Tabla 11. Potencial de expansión, fuente Propia

En el perfil presentado se puede ver que el suelo mayormente presenta un potencial expansivo **BAJO**.

9. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL SUELO

9.1. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ A PARTIR DE N60

Para estimar el ángulo de fricción interna (ϕ) se emplea una correlación empírica usada para suelos granulares y limos de baja plasticidad, basada en Kulhawy & Mayne (1990):

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(N60)$$

Sustituyendo $N60 = 19.69$:

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot \log_{10}(19.69)$$

$$\log_{10}(19.69) = 1.294$$

$$\phi(^{\circ}) = 27 + 3 \cdot 1.294 = 30.88^{\circ}$$

Ángulo de fricción interna adoptado para el diseño: $\phi = 30.88^{\circ}$

9.2. CARGAS DEL PUENTE Y REACCIONES

Longitud estructural del puente: $L = 10.00 \text{ m}$

Ancho del tablero considerado: 6.00 m

Área tributaria: $A = 10.00 \times 6.00 = 60.00 \text{ m}^2$

Componentes de carga por unidad de área:

- Losa de concreto ($0.15 \text{ m @ } 25 \text{ kN/m}^3$) $\rightarrow 3.75 \text{ kN/m}^2$
- Acero y lámina colaborante $\rightarrow 2.50 \text{ kN/m}^2$
- Barandas y accesorios $\rightarrow 1.25 \text{ kN/m}^2$
- Carga viva (tránsito rural) $\rightarrow 3.00 \text{ kN/m}^2$
- Carga total $\rightarrow q = 10.50 \text{ kN/m}^2$

Carga total sobre el tablero:

$$P_{\text{tot}} = q \times A = 10.50 \times 60.00 = 630.00 \text{ kN}$$

Reacción en cada estribo (simplemente apoyado):

$$R_{serv} = 630.00 / 2 = 315.00 \text{ kN}$$

10. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

10.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y FACTORES DE CAPACIDAD

Peso unitario del terreno: $\gamma = 17.66 \text{ kN/m}^3 (\approx 1.80 \text{ tn/m}^3)$

Profundidad de desplante: $D_f = 1.50 \text{ m}$

Cohesión drenada: $c \approx 0 \text{ kPa}$ (suelo friccional)

Ancho de la zapata: $B = 1.00 \text{ m}$

Cálculo de tangente del ángulo:

$$\tan(\phi) = \tan(30.88^\circ) = 0.5981$$

Cálculo del factor N_q :

$$N_q = e^{\{\pi \cdot \tan \phi\}} \cdot \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$\pi \cdot \tan \phi = \pi \cdot 0.5981 = 1.879$$

$$45^\circ + \phi/2 = 45^\circ + 15.441^\circ = 60.441^\circ$$

$$\tan(45^\circ + \phi/2) = \tan(60.441^\circ) = 1.763$$

$$N_q = e^{1.879} \cdot (1.763)^2 \approx 20.35$$

Cálculo del factor N_γ :

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan \phi$$

$$N_\gamma = 2(20.35 + 1)(0.5981)$$

$$N_\gamma = 2(21.35)(0.5981) = 42.7 \times 0.5981 \approx 25.54$$

10.2. CAPACIDAD ÚLTIMA (TERZAGHI) PARA ZAPATA CORRIDA

Ecuación general para condición friccional ($c \approx 0$):

$$q_u = \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Sustitución numérica completa:

$$q_u = (17.66)(1.50)(20.35) + 0.5(17.66)(1.00)(25.54)$$

$$q_u \approx 764.72 \text{ kPa} \times (0.10197 \text{ ton/m}^2 / \text{kPa}) = 77.98 \text{ ton/m}^2 \text{ (capacidad última)}$$

$$q_u \approx 77.98 \text{ ton/m}^2 \text{ (capacidad última)}$$

Capacidad admisible con $FS = 3.0$:

$$q_{adm} = q_u / 3 = 764.72 / 3 = 254.91 \text{ kPa}$$

Conversión:

$$q_{adm} = 254.91 \text{ kPa} \times 0.10197 = 25.99 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 25.99 \text{ ton/m}^2$$

10.3. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA ($FS=3.0$)

$$q_{adm,net} = q_{adm} - \sigma'$$

$$q_{adm,net} = 254.91 \text{ kPa} - 26.49 \text{ kPa}$$

$$q_{adm,net} = 228.42 \text{ kPa} \times 0.10197 \approx 23.29 \text{ ton/m}^2$$

10.4. VERIFICACIÓN CON ESFUERZO DE SERVICIO

Área efectiva de zapata considerada por estribo:

$$A_f = 1.00 \times 6.00 = 6.00 \text{ m}^2$$

Esfuerzo transmitido:

$$q_{serv} = R_{serv} / A_f = 315.00 / 6.00 = 52.50 \text{ kPa}$$

Comparación:

$$q_{serv} = 52.50 \text{ kPa} \cdot 0.10197 \text{ ton/m}^2/\text{kPa} \approx 5.35 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{serv} / q_{adm} = 52.50 / 254.91 \approx 0.21 \rightarrow 20.6\% \text{ de la capacidad admisible}$$

Factor de seguridad real:

$$FS_{real} = q_u / q_{serv} = 764.72 / 52.50 = 14.57 > 3.0 \rightarrow \text{Cumple}$$

10.5. CONCLUSIÓN TÉCNICA DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y SERVICIO

Con $N_{60} = 19.69$ ($\phi = 30.88^\circ$) y $L = 10.00$ m, la zapata corrida propuesta ($B = 1.00$ m, $L_f = 6.00$ m, $D_f = 1.50$ m) presenta una capacidad admisible bruta $q_{adm} \approx 25.99 \text{ ton/m}^2$ y una capacidad admisible neta $q_{adm,net} \approx 23.29 \text{ ton/m}^2$, frente a un esfuerzo de servicio $q_{serv} \approx 5.35 \text{ ton/m}^2$. El esfuerzo solicitado corresponde a aproximadamente 20.6% de la capacidad admisible bruta, y el factor de seguridad real frente a la capacidad última es $FS_{real} \approx 14.57$. Se concluye que la cimentación propuesta presenta un amplio margen de seguridad frente a falla por capacidad portante para las cargas de servicio consideradas.

Geometría de la zapata	B × L	1.00m × 6.00 m
Área	A	6.00 m ²
Profundidad de desplante	Df	1.50 m
Peso específico del suelo	γ	1.80 ton/m ³ (17.66 kN/ m ³)
Ángulo de Fricción	ϕ	30.88
Cohesión drenada	c	0 kPa
Nivel freático	NF	No presente
Carga de servicio	P	315.0 kN
Módulo elástico (Eu)	E	49225 kPa ($E \approx 2.5 \cdot N_{60}$)
Relación de Poisson	ν	0.30

Tabla 12 Datos de entrada cálculo de capacidad portante

11. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS

Se utiliza la expresión clásica para asentamiento instantáneo (Bowles):

$$S = q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) / E$$

Ancho crítico (menor dimensión): $B = 1.00 \text{ m}$

- $q = 52.50 \text{ kPa}$
- $\nu = 0.30 \rightarrow (1 - \nu^2) = 1 - (0.30)^2 = 0.91$
- $E = 49,225 \text{ kPa}$
- $S = (52.50 \times 1.00 \times 0.91) / 49,225$
- $S = 47.775 / 49,225 = 0.0009706 \text{ m}$
- $S = 0.0009706 \times 1000 = 0.97 \text{ mm}$
- $S = 0.97 \text{ mm}$

11.1. CONCLUSIÓN TÉCNICA SOBRE ASENTAMIENTOS Y DESEMPEÑO EN SERVICIO

El asentamiento elástico inmediato estimado para la zapata corrida propuesta, del orden de $S \approx 1.0 \text{ mm}$, resulta muy reducido y se encuentra ampliamente por debajo de los valores usualmente admisibles para cimentaciones de puentes rurales apoyadas en suelos limosos de rigidez media, por lo que no se esperan distorsiones angulares apreciables, pérdida de apoyo ni afectación del comportamiento del estribo o del tablero bajo las cargas de servicio consideradas. Con base en los parámetros geotécnicos adoptados, la geometría de la cimentación y el nivel de esfuerzo transmitido al terreno se concluye que los asentamientos previstos son compatibles con el desempeño en servicio del puente, garantizando su funcionalidad y estabilidad en condiciones operativas normales.

12. CLASIFICACIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Cálculo de la velocidad de onda por Imai-Tonouchi,

$$V_s \left(\frac{m}{s} \right) = 97 \cdot (N_{60})^{0.314}$$

Cálculo de V_s para $N_{60} = 19.69$ (valor mínimo registrado en el estrato de fundación).

$$N_{60} = 19.69$$

1. Exponente:

$$(N_{60})^{0.314} = (19.69)^{0.314}$$

2. Velocidad de onda V_s :

$$V_s = 97 \cdot (19.69)^{0.314} = 97 (2.550) \approx 247.35 \text{ m/s}$$

Redondeando:

$$V_s \approx 247 \text{ m/s}$$

En función del valor de la velocidad de onda, y lo consignado en la tabla A.2.4-1 de la NSR-10 que puede observarse a continuación:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{S}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) $> \bar{S}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s $> \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) $> \bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36$ m)	

Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10

Se observa en la tabla anterior la caracterización del perfil estratigráfico en función del valor de V_s para los estratos realizados, obteniendo una clasificación de perfil de suelo tipo D, definido para el Perfil D en la Tabla 13. Tabla A.2.4-1-Clasificación de perfiles de suelos NSR-10.

13. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

En función de todos los datos presentados anteriormente y las condiciones naturales del terreno, en la siguiente tabla se presentan los parámetros geotécnicos de diseño del suelo de fundación, para la construcción del puente rural de categoría baja.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS	
Cimentación recomendada: Zapatas unidas por vigas de cimentación	
Nivel freático (m)	N/A
Clasificación del suelo de fundación. NSR-10-10 tabla A.2.4-1	Tipo D
Clasificación SUCS (1m) NSR10 H.2.5	ML
Capacidad Portante admisible neta del suelo (Tn/m ²) DF=1.50	23.29
Dimensión de zapatas recomendada 1.00m x 6.00m	
Ángulo de fricción ϕ	30.88°
Nspt(N60)	19.69
Coeficiente Aa NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.15
Coeficiente Av NSR 10 Título A tabla A.2.3-2	0.20

Tabla 14. Parámetros Geotécnicos definitivos. Fuente Propia

Nota: si las cargas por columna son superiores a la carga patrón tomada para el cálculo del factor de seguridad FS, y los asentamientos máximos por consolidación primaria, deberá reportarse con antelación para verificar la variación de los asentamientos y el valor de la capacidad portante.

14. MEJORAMIENTO DE SUELO CON CONCRETO CICLÓPEO

Con el fin de reducir los asentamientos generados por la presión de la estructura sobre el terreno arcilloso se debe mejorar el suelo con una capa de concreto ciclópeo de mínimo 0,4 metros de espesor con las siguientes recomendaciones

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.
- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo el espacio.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuza con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.

15. ESTRUCTURA PARA CIMENTACIÓN

En el siguiente gráfico puede observarse la alternativa de cimentación presentada para proyecto en Guachetá - Cundinamarca.



Se presenta el perfil de zapata mínimo recomendado, para una zapata de 1.00 m por 6.00 m con una capacidad portante admisible neta de 23.29 ton/m².

16. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Weather Spark. (2021). CLIMATOLOGÍA DE GUACHETÁ.

A HARA, & T. (1971). Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils. Soils And foundations .

Barron, A. (1948). Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells. ACI.

Beer, E. D. (1970). Experimental Determination of the Shape Factors and Bearing Capacity Factors of Sand. Geotechnique.

Comisión permanente para el regimen de construcciones. (2010). NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE INGENIERIA SISMORRESISTENTE. Bogotá: Ministerio de Ambiente, edificación y desarrollo territorial.

Das, B. (2015). Fundamentos de ingenieria Geotecnica. Santa fé, Mexico: Cengage Learning.

Fox, E. (1948). The Mean Elastic Settlement of a Uniformly Loaded Area at a Depth Below the Ground Surface Engineering. Rotterdam: 2nd International Conference on Soil Mechanics and Foundation.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA. (2007). ATLAS GEOLOGICO DE COLOMBIA 2007. Bogotá: INGEOMINAS.

J Boussinesq. (1883). pplication des Potentials à L'Etude de L'Equilibre et du Mouvement des Solides. Paris: Gauthie.

Jambu, N. (1956). Veiledning vedlosning av fundamentering soppgaver. Norwegian Geotechnical Institute.

- L Bjerrum. (1974). Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. Norwegian Geotechnical institute.
- Meyerhof, A. H. (1981). Experimental Evaluation of Bearing Capacity of Footings Subjected to Inclined Loads. Canadian Geotechnical Journal.
- Meyerhof, D. (1963). Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal.
- Schmertmann, J. (1978). Improved Strain Influence Factor Diagrams,. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers.
- Skempton, A. (1986). Standard Penetration Test Procedures and the Effect in Sands of Overburden. Geotechnique.
- Skempton, A. W. (1960). Correspondence. Geotechnique.
- Terzaghi, k. (1925). Erdbaumechnik auf Bodenphysikalischer Grundlage,. Viena: Deuticke.
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Nueva York: Wiley.
- Vesic, A. (1963). Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand. Highway Research Record.

		Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua				Ubicación: GUACHETÁ - CUNDINAMARCA				F-N01-08-2016	
		Orden: 94-12-2025				Ingeniero encargado: Jan Pool Cerquera					
		Número de sondeo: 1				Profundidad alcanzada: 6.00 m					
		Número de muestras recuperadas: 5				Nivel freático:				No se presentó	
Condición		No drenado									
Factores de corrección											
nh		45		eficiencia martinete:							
nh		1		corrección diámetro							
ns		1		corrección muestreador							
nr		0.75		Corrección long barra							
Profundidad (m)	NE	Color	Descripción	N15	N30	N45	τ (Nm)	N	N60		
0,30			SUELO ORGÁNICO								
1,98			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	15	19	24		43	24,19		
3,00			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	19	19	20		39	21,94		
4,00			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	18	19	21		40	22,50		
5,00			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	16	15	23		38	21,38		
6,00			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	20	24	24		48	27,00		
SE FINALIZA EXPLORACIÓN											

		Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua		Ubicación: GUACHETÁ - CUNDINAMARCA		F-N01-08-2016 22/12/2025				
		Orden: 94-12-2025		Ingeniero encargado: Jan Pool Cerquera						
		Número de sondeos: 2		Profundidad alcanzada: 6.00 m						
		Número de muestras recuperadas: 5		Nivel freático: No se presentó						
Condición		No drenado								
Factores de corrección										
nh	45		eficiencia martinete							
nb	1		corrección diámetro							
ns	1		corrección muestreador							
nr	0.75		Corrección long barra							
Profundidad (m)	NF	Color	Descripción	N15	N30	N45	N	N60		
0,42			SUELO ORGÁNICO							
2,18			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	17	17	23	40	22,50		
3,18			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	15	16	19	35	19,69		
4,18			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	18	21	21	42	23,63		
5,18			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	16	18	23	41	23,06		
6,18			LIMO-ARENOSO INORGÁNICO CAFÉ AMARILLENTO A LIGERAMENTE ROJIZO, DE BAJA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD NATURAL MODERADA Y CONSISTENCIA FIRME	20	22	22	44	24,75		
SE FINALIZA EXPLORACIÓN										

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG

NORMA ASTM D4318

TRATZO

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Mengua.

Muestra No

1

Fecha de ensayo

24/12/2025

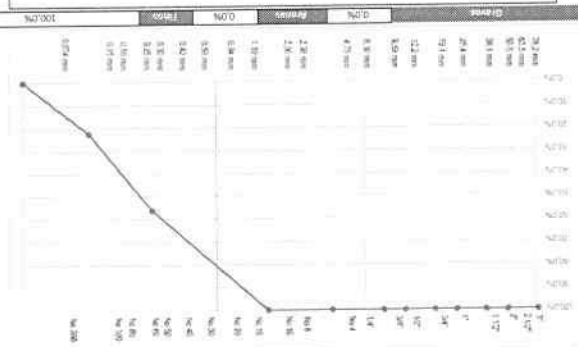
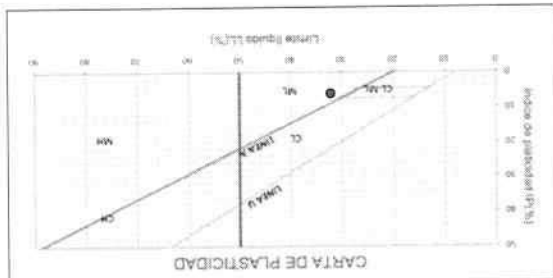
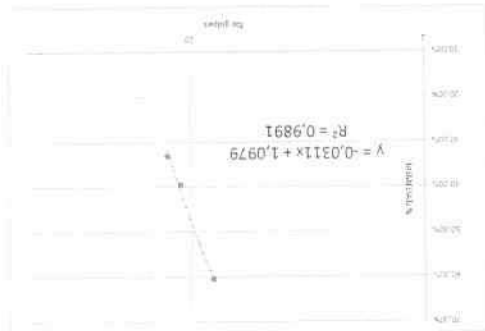
Profundidad:

0.30 - 1.98 m

LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)	
No. De golpes	25
Reciente	51
P1 (gr) Reciente	9.04
P2 (gr) reciente+suelo húmedo	13.8
P3 (gr) reciente+suelo seco	13.12
Peso suelo húmedo (gr)	5.15
Suelo seco (gr)	3.41
Peso agua (gr)	1.78
Humedad	50.54%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1463 (ASTM D 4318)	
Reciente	10
P1 (gr) Reciente	5.35
P2 (gr) reciente+suelo húmedo	9.58
P3 (gr) reciente+suelo seco	8.72
Peso suelo húmedo (gr)	4.23
Suelo seco (gr)	3.37
Peso agua (gr)	0.86
Humedad	25.52%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Reciente	95
P1 (gr)	94.57
P2 (gr)	393.93
P3 (gr)	299.36
Peso suelo húmedo (gr)	230.51
Suelo seco (gr)	68.85
Peso agua (gr)	29.87%



Humedad %	29.87%
Límite líquido (LL)	32.0%
Límite plástico (P)	26.0%
Índice de plasticidad (IP)	6.1%
Índice de consistencia (IC)	0.357
Índice de liquidez (IL)	0.54

Clasificación ASTM	A-5
Clasificación USCS	ML

ELABORÓ: NELSON PABLO GONZÁLEZ JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ: ING. JUAN POOL CERRUTERA MT. 25300-33317 CND

OBSERVACIONES:

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel. 3115460884

Email: tratzo tecnico@gmail.com

Enthusiastic

TRAIZO ARQUITECTURA S.A.S

Performance

SONDED 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No.

3

Profundidad:

1986-00-04

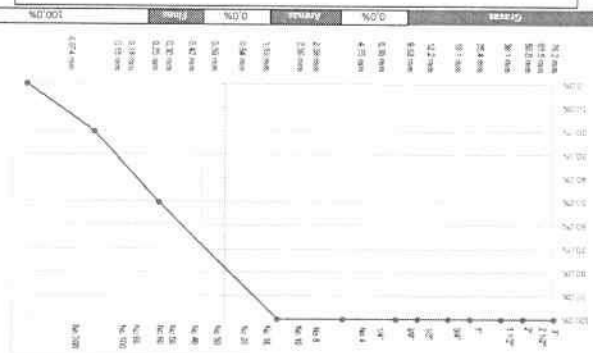
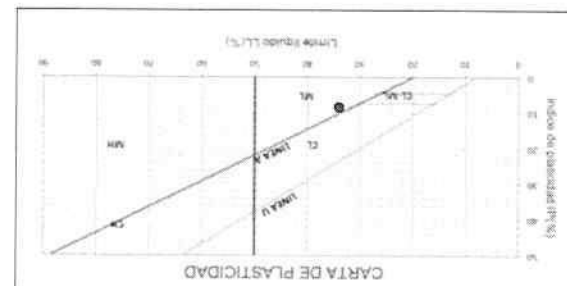
Fecha de ensayo

24/12/2025

Rec. De Rôques	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
Rec. De Rôques	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0

UNITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4316)	
recipiente	1
2) (g) Recipiente	5,74
3) (g) recipiente+suelo húmedo	10,31
3) (g) recipiente+suelo seco	9,36
suelo húmedo (g)	4,57
suelo seco (g)	7,02
4) (g)	5,46
5) (g)	1,46
humedad	26,24%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4310)	
Recipiente	110
P1 (gr)	94.57
P2 (gr)	813.22
P3 (gr)	265.98
Peso suelo humedado (gr)	218.65
Suelo seco (gr)	171.41
Peso agua (gr)	47.24
Humedad	27.56%



Humedad %	27.56%
Límite líquido (LL)	34.5%
Límite plástico (LP)	26.3%
Índice de plasticidad (IP)	8.2%
Índice de consistencia (IC)	0.841
Índice de liquidez (IL)	0.16

16		Clasificación ASTM
19	A-5	Clasificación USCS
	ML	

OBSERVACIONES

NETSON PARDÓ GONZÁLES
JEFF DE LABORATORIO

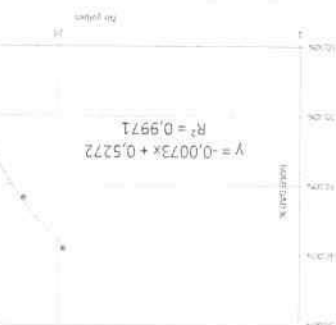
WILSON PARDO GONZALEZ
JEFF DE LABORATORIO

INC. JAN-POOL CEMENTA
MT 25200-333173 CNP

Email: tratzotecnico@gmail.com

Tel: 315460884

Calle 2da #1C-00 Ofc. 404 Chia Departamento de Cundinamarca





DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S.

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

3

Profundidad:

3.00-4.00 m

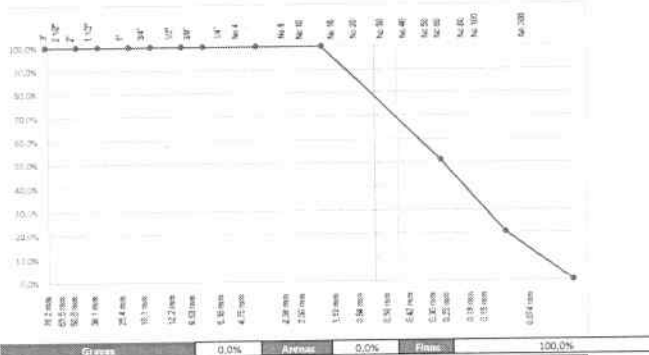
Fecha de ensayo

24/12/2025

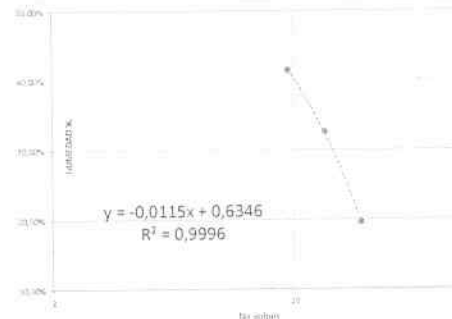
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	38	27	19
Recipiente	60	45	38
P1(gr) Recipiente	9,26	8,73	9,21
P2(gr) recipiente+suelo humedo	26,02	23,22	28,4
P3(gr) recipiente+suelo seco	23,28	19,66	22,78
Peso suelo humedo(gr)	16,76	14,49	19,19
Suelo seco (gr)	14,02	10,93	13,57
Peso agua(gr)	2,74	3,56	5,62
Humedad	19,54%	32,57%	41,41%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	21	17
P1(gr) Recipiente	5,61	5,62
P2(gr) recipiente+suelo humedo	10,18	12,05
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,16	10,55
Peso suelo humedo(gr)	4,57	6,43
Suelo seco (gr)	3,55	4,93
Peso agua(gr)	1,02	1,5
Humedad	28,73%	30,43%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	110
P1(gr)	94,57
P2(gr)	314,72
P3(gr)	267,58
Peso suelo humedo(gr)	220,15
Suelo seco (gr)	173,188
Peso agua(gr)	46,962
Humedad	27,12%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1517)				
PESO INICIAL g.		173,188		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
Nº 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	84,57	48,8%	48,8%	51,2%
80	53,1708	30,7%	79,5%	20,5%
200	35,4472	20,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	173,188	100,0%		



Humedad %	27,12%
Límite líquido (LL)	35,0%
Límite plástico (LP)	29,6%
Índice de plasticidad (IP)	5,4%
Índice de consistencia (IC)	1,458
Índice de liquidez (IL)	-0,46

Clasificación ASTHO		1G
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NEILSON PARGO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUEZA
MT 23200-333471 END

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

4

Profundidad:

4.00-5.00 m

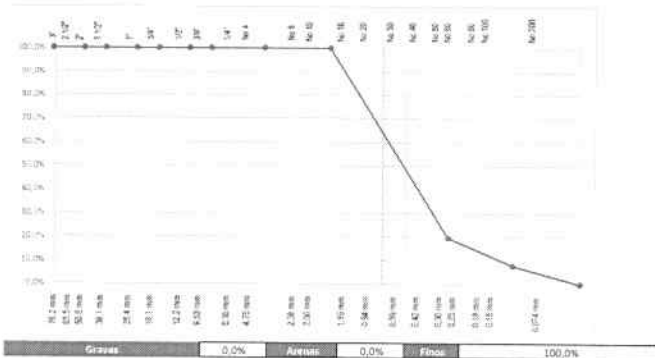
Fecha de ensayo

24/12/2025

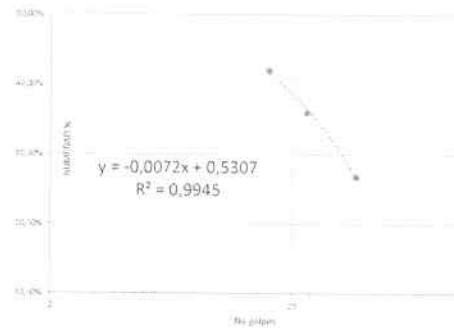
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	37	23	16
Recipiente	57	31	41
P1(gr) Recipiente	9	9,25	9,12
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	21,61	26,28	25,58
P3(gr) recipiente+suelo seco	18,95	21,78	20,71
Peso suelo húmedo(gr)	12,61	17,03	16,46
Suelo seco (gr)	9,95	12,53	11,59
Peso agua(gr)	2,66	4,5	4,87
Humedad	26,73%	35,91%	42,02%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	29	18
P1(gr) Recipiente	5,42	5,38
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	10,19	11,71
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,2	10,42
Peso suelo húmedo(gr)	4,77	6,33
Suelo seco (gr)	3,78	5,04
Peso agua(gr)	0,99	1,29
Humedad	26,19%	25,60%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	98
P1(gr)	94,57
P2(gr)	299,99
P3(gr)	257,44
Peso suelo húmedo(gr)	205,42
Suelo seco (gr)	162,87
Peso agua(gr)	42,55
Humedad	26,13%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g.		162,87		
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	131,11	80,5%	80,5%	19,5%
80	19,058	11,7%	92,2%	7,8%
200	12,704	7,8%	100,0%	0,0%
Fondo	162,87	100,0%		



Humedad %	26,13%
Límite líquido (LL)	35,1%
Límite plástico (LP)	25,9%
Índice de plasticidad (IP)	9,2%
Índice de consistencia (IC)	0,975
Índice de liquidez (IL)	0,03

Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JUAN POOL CERQUERA
MT 23200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 1

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

5

Profundidad:

5.00-6.00 m

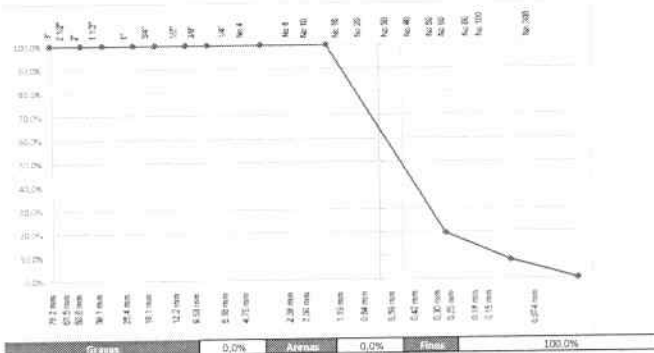
Fecha de ensayo

24/12/2025

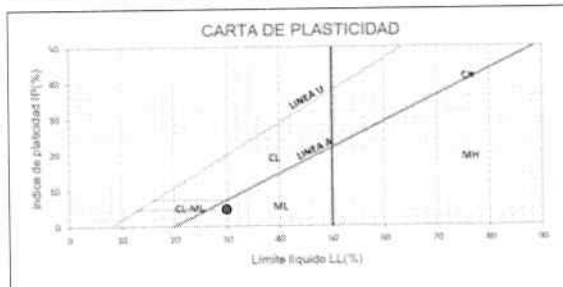
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	36	22	15
Recipiente	55	30	40
P1(gr) Recipiente	8,99	5,42	8,86
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	21,15	26,78	25,35
P3(gr) recipiente+suelo seco	18,95	21,78	20,71
Peso suelo húmedo(gr)	12,16	21,36	16,49
Suelo seco (gr)	9,96	16,36	11,85
Peso agua(gr)	2,2	5	4,64
Humedad	22,09%	30,56%	39,16%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	29	18
P1(gr) Recipiente	5,42	5,38
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	10,18	11,67
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,2	10,42
Peso suelo húmedo(gr)	4,76	6,29
Suelo seco (gr)	3,78	5,04
Peso agua(gr)	0,98	1,25
Humedad	25,93%	24,80%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	98
P1(gr)	94,57
P2(gr)	298,35
P3(gr)	257,44
Peso suelo húmedo(gr)	203,78
Suelo seco (gr)	162,87
Peso agua(gr)	40,91
Humedad	25,12%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g.		162,87		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
2"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
1"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
3/4"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
1/2"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
3/8"	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
No 4	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
10	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
40	131,11	80,5%	80,5%	19,5%
80	19,056	11,7%	92,2%	7,8%
200	12,704	7,8%	100,0%	0,0%
Fondo	162,87	100,0%		



Humedad %	25,12%
Límite líquido (LL)	30,2%
Límite plástico (LP)	25,4%
Índice de plasticidad (IP)	4,8%
Índice de consistencia (IC)	1,051
Índice de liquidez (IL)	-0,05

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PABLO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333173 AND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

**DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

1

Profundidad:

0.42-2.18m

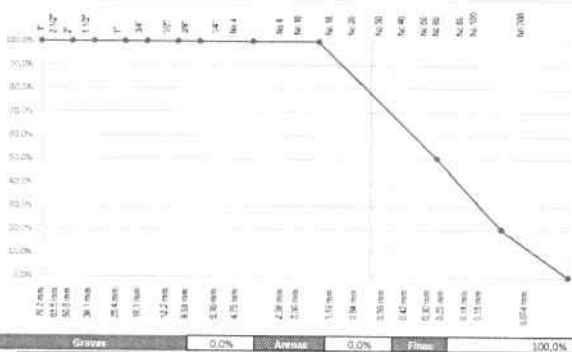
Fecha de ensayo

22/12/2025

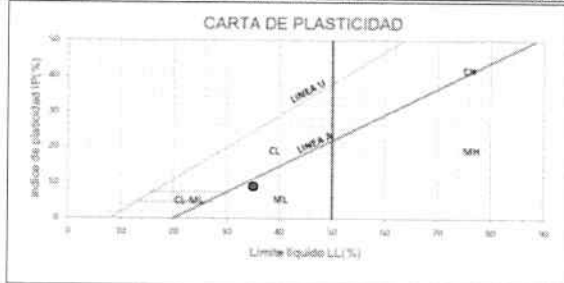
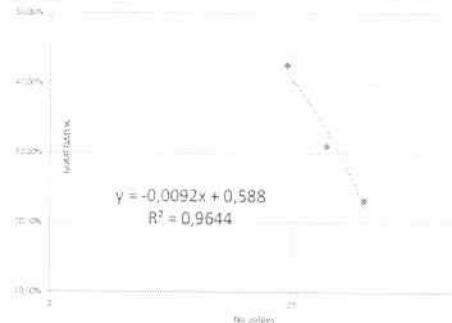
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	40	25	19
Recipiente	36	38	44
P1(gr) Recipiente	9,34	9,21	9,25
P2(gr) recipiente+suelo humedo	31,02	25,25	28,42
P3(gr) recipiente+suelo seco	26,95	21,45	22,69
Peso suelo humedo(gr)	21,68	16,04	19,17
Suelo seco (gr)	17,61	12,24	13,44
Peso agua(gr)	4,07	3,8	5,73
Humedad	23,11%	31,05%	42,63%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	1	3
P1(gr) Recipiente	5,74	5,59
P2(gr) recipiente+suelo humedo	10,19	12,49
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,29	11,093
Peso suelo humedo(gr)	4,45	6,9
Suelo seco (gr)	3,55	5,503
Peso agua(gr)	0,9	1,397
Humedad	25,35%	25,39%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	110
P1(gr)	94,57
P2(gr)	310,2
P3(gr)	265,98
Peso suelo humedo(gr)	215,63
Suelo seco (gr)	171,41
Peso agua(gr)	44,22
Humedad	25,80%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		171,41		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No. 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	85,01	49,6%	49,6%	50,4%
80	51,84	30,2%	79,8%	20,2%
200	34,56	20,2%	100,0%	0,0%
TOTAL	171,41	100,0%		



Humedad %	25,80%
Límite líquido (LL)	35,8%
Límite plástico (LP)	25,4%
Índice de plasticidad (IP)	10,4%
Índice de consistencia (IC)	0,959
Índice de liquidez (IL)	0,04

		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ: NELSON PARDO GONZALEZ JEFE DE LABORATORIO
REVISÓ: ING. JAN POOL CSIROQUERA MT 25206-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de Cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

2

Profundidad:

2.18-3.18m

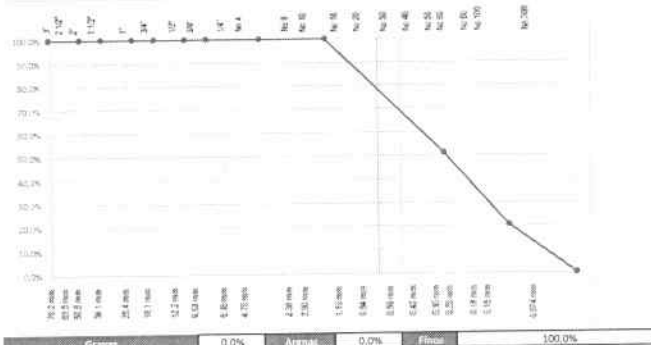
Fecha de ensayo

22/12/2025

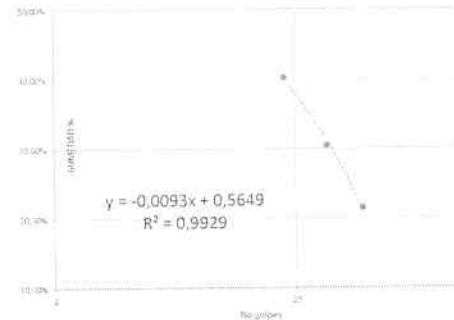
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	38	27	18
Recipiente	60	45	38
P1(gr) Recipiente	9,26	8,73	9,21
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	25,97	23,02	28,15
P3(gr) recipiente+suelo seco	23,02	19,69	22,72
Peso suelo húmedo(gr)	16,71	14,29	18,94
Suelo seco (gr)	13,76	10,96	13,51
Peso agua(gr)	2,95	3,33	5,43
Humedad	21,44%	30,38%	40,19%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	21	17
P1(gr) Recipiente	5,61	5,62
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	10,04	11,76
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,16	10,55
Peso suelo húmedo(gr)	4,43	6,14
Suelo seco (gr)	3,55	4,93
Peso agua(gr)	0,88	1,21
Humedad	24,79%	24,54%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	110
P1(gr)	94,57
P2(gr)	308,45
P3(gr)	267,758
Peso suelo húmedo(gr)	213,88
Suelo seco (gr)	173,188
Peso agua(gr)	40,692
Humedad	23,50%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		173,188		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No. 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	84,57	48,8%	48,8%	51,2%
80	53,1708	30,7%	79,5%	20,5%
200	35,4472	20,5%	100,0%	0,0%
TOTAL	173,188	100,0%		



Humedad %	23,50%
Límite líquido (LL)	33,2%
Límite plástico (LP)	24,7%
Índice de plasticidad (IP)	8,6%
Índice de consistencia (IC)	1,136
Índice de liquidez (IL)	-0,14

Clasificación ASTM		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZÁLES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel: 3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG NORMA ASTM D4318

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

3

Profundidad:

3.18-4.18m

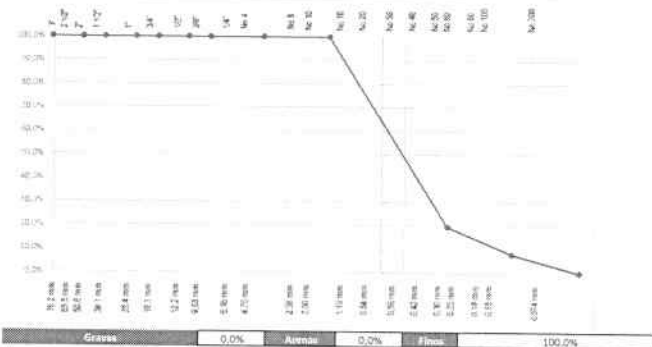
Fecha de ensayo

22/12/2025

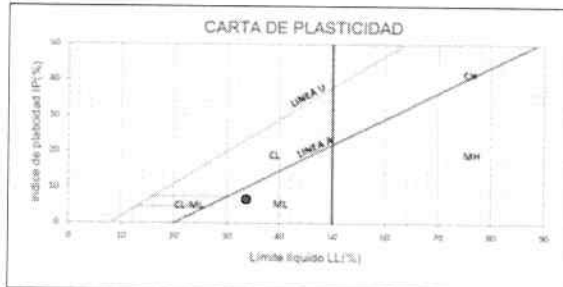
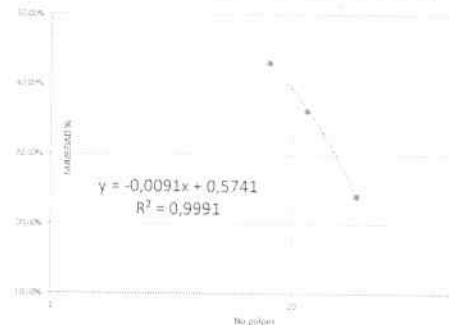
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	37	23	14
Recipiente	57	31	41
P1(gr) Recipiente	9	9,25	9,12
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	21,17	26,22	25,62
P3(gr) recipiente+suelo seco	18,82	21,71	20,65
Peso suelo húmedo(gr)	12,17	16,97	16,5
Suelo seco (gr)	9,82	12,46	11,53
Peso agua(gr)	2,35	4,51	4,97
Humedad	23,93%	36,20%	43,10%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	29	18
P1(gr) Recipiente	5,42	5,38
P2(gr) recipiente+suelo húmedo	10,15	11,66
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,2	10,42
Peso suelo húmedo(gr)	4,73	6,28
Suelo seco (gr)	3,78	5,04
Peso agua(gr)	0,95	1,24
Humedad	25,13%	24,60%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	98
P1(gr)	94,57
P2(gr)	302,32
P3(gr)	257,44
Peso suelo húmedo(gr)	207,75
Suelo seco (gr)	162,87
Peso agua(gr)	44,88
Humedad	27,56%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1527)				
PESO INICIAL g		162,87		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0,0%	0,0%	100,0%
2"		0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
1"		0,0%	0,0%	100,0%
3/4"		0,0%	0,0%	100,0%
1/2"		0,0%	0,0%	100,0%
3/8"		0,0%	0,0%	100,0%
No. 4		0,0%	0,0%	100,0%
10		0,0%	0,0%	100,0%
40	131,11	80,5%	80,5%	19,5%
80	19,056	11,7%	92,2%	7,8%
200	12,704	7,8%	100,0%	0,0%
Fondo	162,87	100,0%		



Humedad %	27,56%
Límite líquido (LL)	34,7%
Límite plástico (LP)	24,9%
Índice de plasticidad (IP)	9,8%
Índice de consistencia (IC)	0,725
Índice de liquidez (IL)	0,27

Clasificación		IG
Clasificación ASTHO	A-5	19
Clasificación USCS	ML	

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. IAN POOL CERQUERA
MT 25290-3333 E CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnica@gmail.com

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

4

Profundidad:

4.18-5.18m

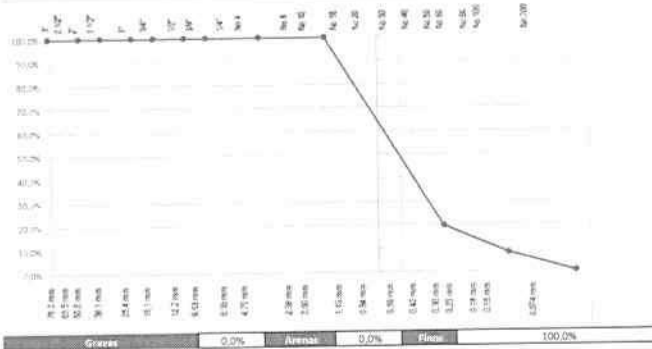
Fecha de ensayo

22/12/2025

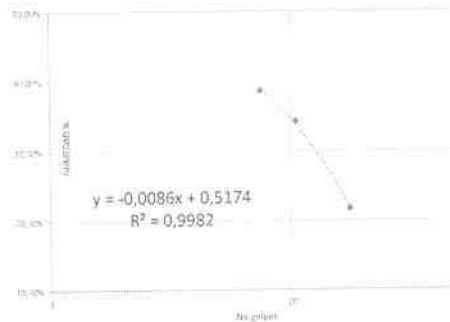
LÍMITE LÍQUIDO NTC 1495 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	35	21	15
Recipiente	56	33	45
P1(gr) Recipiente	8,36	9,09	8,73
P2(gr) recipiente+suelo humedo	21,08	26,02	25,25
P3(gr) recipiente+suelo seco	18,82	21,71	20,65
Peso suelo humedo(gr)	12,72	16,93	16,52
Suelo seco (gr)	10,46	12,62	11,92
Peso agua(gr)	2,26	4,31	4,6
Humedad	21,61%	34,15%	38,59%

LÍMITE PLÁSTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	30	16
P1(gr) Recipiente	5,42	5,87
P2(gr) recipiente+suelo humedo	10,18	11,69
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,2	10,42
Peso suelo humedo(gr)	4,76	5,82
Suelo seco (gr)	3,78	4,55
Peso agua(gr)	0,98	1,27
Humedad	25,93%	27,91%

HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	95
P1(gr)	94,57
P2(gr)	296,72
P3(gr)	257,44
Peso suelo humedo(gr)	202,15
Suelo seco (gr)	162,87
Peso agua(gr)	39,28
Humedad	24,12%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1522 (NTC 1522)				
PESO INICIAL g		167,87		
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	131.11	80.5%	80.5%	19.5%
80	19.056	11.7%	92.2%	7.8%
200	12.704	7.8%	100.0%	0.0%
Fondo	167.87	100.0%		



Humedad %	24,12%
Límite líquido (LL)	30,2%
Límite plástico (LP)	26,9%
Índice de plasticidad (IP)	3,3%
Índice de consistencia (IC)	1,844
Índice de liquidez (IL)	-0,84

	IG
Clasificación ASTHO	A-5
Clasificación USCS	ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PAIDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 23200-333772 CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzo tecnico@gmail.com

Jan Pool Cerquera
25202-333172 CND
Ingeniero Civil

**DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
NORMA ASTM D4318**

Entidad contratante

TRATZO ARQUITECTURA S.A.S

Perforación

SONDEO 2

Objeto de proyecto

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Muestra No

5

Profundidad:

5.18-6.18m

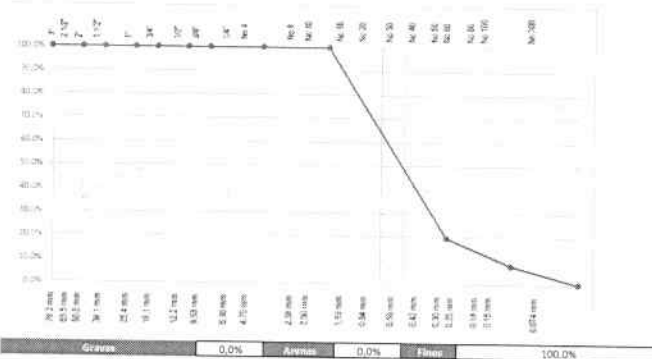
Fecha de ensayo

22/12/2025

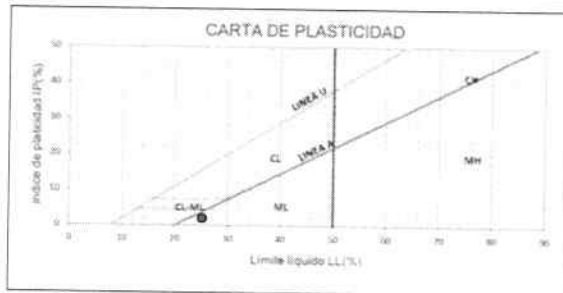
LIMITE LIQUIDO NTC 1494 (ASTM D 4318)			
No. De golpes	30	18	12
Recipiente	48	20	42
P1(gr) Recipiente	8,8	5,74	9,04
P2(gr) recipiente+suelo humedo	20,72	26,52	24,27
P3(gr) recipiente+suelo seco	18,66	21,61	20
Peso suelo humedo(gr)	11,92	20,78	15,23
Suelo seco (gr)	9,86	15,87	10,96
Peso agua(gr)	2,06	4,91	4,27
Humedad	20,89%	30,94%	38,96%

LIMITE PLASTICO NTC 1493 (ASTM D 4318)		
Recipiente	30	28
P1(gr) Recipiente	5,42	5,69
P2(gr) recipiente+suelo humedo	10,04	11,39
P3(gr) recipiente+suelo seco	9,23	10,4
Peso suelo humedo(gr)	4,62	5,7
Suelo seco (gr)	3,81	4,71
Peso agua(gr)	0,81	0,99
Humedad	21,26%	21,02%

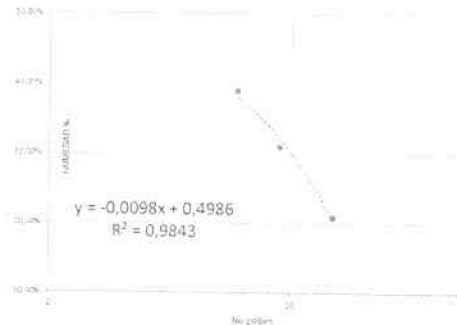
HUMEDAD NATURAL NTC 1495 (ASTM D 4318)	
Recipiente	90
P1(gr)	94,57
P2(gr)	292,04
P3(gr)	257,44
Peso suelo humedo(gr)	197,47
Suelo seco (gr)	162,87
Peso agua(gr)	34,6
Humedad	21,24%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTC 1521 (NTC 1521)				
Tamiz No	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
3"		0.0%	0.0%	100.0%
2"		0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
1"		0.0%	0.0%	100.0%
3/4"		0.0%	0.0%	100.0%
1/2"		0.0%	0.0%	100.0%
3/8"		0.0%	0.0%	100.0%
No 4		0.0%	0.0%	100.0%
10		0.0%	0.0%	100.0%
40	151.11	80.5%	80.5%	19.5%
80	19.056	11.7%	92.2%	7.8%
200	12.704	7.8%	100.0%	0.0%
Fondo	162.87	100.0%		



Humedad %	21.24%
Límite líquido (LL)	25.4%
Límite plástico (LP)	21.1%
Índice de plasticidad (IP)	4.2%
Índice de consistencia (IC)	0.975
Índice de liquidez (IL)	0.02



Clasificación ASTHO		IG
A-5		19
Clasificación USCS		ML

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172, CND

Calle 2da #1C-00 OFC. 404 Chia Departamento de cundinamarca

Tel:3115460884

Email: tratzotecnico@gmail.com

Jan Pool Cerquera
25200-333172
Ingeniero Civil

 PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																											
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.	Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 1																						
Profundidad:	0.30-1.98 m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	24/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>593,05</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>593,04</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>593,06</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>593,05</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	593,05	Peso humedo 2 (gr)	593,04	Peso humedo 3 (gr)	593,06	Peso humedo prom. (gr)	593,05	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>2,014</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>2,01</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>29,87%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,550</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,550</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>2,014</u>	γ t (tn/m3)	2,01	W humedad (%)	29,87%	γ d (gr/cm3)	<u>1,550</u>	γ d (tn/m3)	1,550
Peso humedo 1 (gr)	593,05																										
Peso humedo 2 (gr)	593,04																										
Peso humedo 3 (gr)	593,06																										
Peso humedo prom. (gr)	593,05																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>2,014</u>																										
γ t (tn/m3)	2,01																										
W humedad (%)	29,87%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,550</u>																										
γ d (tn/m3)	1,550																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>2,005</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,56%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,572</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,572</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>	γ t (tn/m3)	2,00	W humedad (%)	27,56%	γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>	γ d (tn/m3)	1,572
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>																										
γ t (tn/m3)	2,00																										
W humedad (%)	27,56%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>																										
γ d (tn/m3)	1,572																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																									

 PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																											
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.	Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 1																						
Profundidad:	1.98-3.00 m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	24/12/2025																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>590,65</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>590,75</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>590,03</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>590,48</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	590,65	Peso humedo 2 (gr)	590,75	Peso humedo 3 (gr)	590,03	Peso humedo prom. (gr)	590,48	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>2,005</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,56%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,572</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,572</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>	γ t (tn/m3)	2,00	W humedad (%)	27,56%	γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>	γ d (tn/m3)	1,572
Peso humedo 1 (gr)	590,65																										
Peso humedo 2 (gr)	590,75																										
Peso humedo 3 (gr)	590,03																										
Peso humedo prom. (gr)	590,48																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>																										
γ t (tn/m3)	2,00																										
W humedad (%)	27,56%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>																										
γ d (tn/m3)	1,572																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ t (gr/cm3)</td> <td><u>2,005</u></td> </tr> <tr> <td>γ t (tn/m3)</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,56%</td> </tr> <tr> <td>γ d (gr/cm3)</td> <td><u>1,572</u></td> </tr> <tr> <td>γ d (tn/m3)</td> <td>1,572</td> </tr> </table>				PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>	γ t (tn/m3)	2,00	W humedad (%)	27,56%	γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>	γ d (tn/m3)	1,572
Diametro 1 (cm)	5																										
Diametro 2 (cm)	5																										
Diametro 3 (cm)	5																										
Diametro prom. (cm)	5,00																										
PESO UNITARIO ISRM 07																											
Volumen(cm3)	294,52																										
γ t (gr/cm3)	<u>2,005</u>																										
γ t (tn/m3)	2,00																										
W humedad (%)	27,56%																										
γ d (gr/cm3)	<u>1,572</u>																										
γ d (tn/m3)	1,572																										
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO		Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																									

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																										
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.		Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 1																						
Profundidad:	3.00-4.00 m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	24/12/2025																							
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>592,36</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>592,38</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>592,39</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>592,377</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	592,36	Peso humedo 2 (gr)	592,38	Peso humedo 3 (gr)	592,39	Peso humedo prom. (gr)	592,377	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Altura del cilindro (cm) </td> <td> 15 </td> </tr> </table>					Altura del cilindro (cm)		15											
Peso humedo 1 (gr)	592,36																											
Peso humedo 2 (gr)	592,38																											
Peso humedo 3 (gr)	592,39																											
Peso humedo prom. (gr)	592,377																											
Altura del cilindro (cm)		15																										
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>2,011</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>2,01</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,12%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,582</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,582</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	2,011	y t (tn/m3)	2,01	W humedad (%)	27,12%	y d (gr/cm3)	1,582	y d (tn/m3)	1,582
Diametro 1 (cm)	5																											
Diametro 2 (cm)	5																											
Diametro 3 (cm)	5																											
Diametro prom. (cm)	5,00																											
PESO UNITARIO ISRM 07																												
Volumen(cm3)	294,52																											
y t (gr/cm3)	2,011																											
y t (tn/m3)	2,01																											
W humedad (%)	27,12%																											
y d (gr/cm3)	1,582																											
y d (tn/m3)	1,582																											
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																									

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																										
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.		Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 1																						
Profundidad:	4.00-5.00 m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	24/12/2025																							
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>594,15</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>594,18</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>594,19</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>594,17</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	594,15	Peso humedo 2 (gr)	594,18	Peso humedo 3 (gr)	594,19	Peso humedo prom. (gr)	594,17	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Altura del cilindro (cm) </td> <td> 15 </td> </tr> </table>					Altura del cilindro (cm)		15											
Peso humedo 1 (gr)	594,15																											
Peso humedo 2 (gr)	594,18																											
Peso humedo 3 (gr)	594,19																											
Peso humedo prom. (gr)	594,17																											
Altura del cilindro (cm)		15																										
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>y t (gr/cm3)</td> <td>2,017</td> </tr> <tr> <td>y t (tn/m3)</td> <td>2,02</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>26,13%</td> </tr> <tr> <td>y d (gr/cm3)</td> <td>1,600</td> </tr> <tr> <td>y d (tn/m3)</td> <td>1,600</td> </tr> </table>					PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	y t (gr/cm3)	2,017	y t (tn/m3)	2,02	W humedad (%)	26,13%	y d (gr/cm3)	1,600	y d (tn/m3)	1,600
Diametro 1 (cm)	5																											
Diametro 2 (cm)	5																											
Diametro 3 (cm)	5																											
Diametro prom. (cm)	5,00																											
PESO UNITARIO ISRM 07																												
Volumen(cm3)	294,52																											
y t (gr/cm3)	2,017																											
y t (tn/m3)	2,02																											
W humedad (%)	26,13%																											
y d (gr/cm3)	1,600																											
y d (tn/m3)	1,600																											
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																									

		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																													
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá – Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.		Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 1																									
Profundidad:	5.00-6.00 m	Muestra No:	5	Fecha de ensayo:	24/12/2025																										
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>597,56</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>597,55</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>597,54</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>597,55</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	597,56	Peso humedo 2 (gr)	597,55	Peso humedo 3 (gr)	597,54	Peso humedo prom. (gr)	597,55	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Altura del cilindro (cm) </td> <td> 15 </td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> PESO UNITARIO ISRM 07 </td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td>2,029</td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>2,03</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>25,12%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td>1,622</td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,622</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	2,029	γ_t (tn/m3)	2,03	W humedad (%)	25,12%	γ_d (gr/cm3)	1,622	γ_d (tn/m3)	1,622
Peso humedo 1 (gr)	597,56																														
Peso humedo 2 (gr)	597,55																														
Peso humedo 3 (gr)	597,54																														
Peso humedo prom. (gr)	597,55																														
Altura del cilindro (cm)		15																													
PESO UNITARIO ISRM 07																															
Volumen(cm3)	294,52																														
γ_t (gr/cm3)	2,029																														
γ_t (tn/m3)	2,03																														
W humedad (%)	25,12%																														
γ_d (gr/cm3)	1,622																														
γ_d (tn/m3)	1,622																														
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00																						
Diametro 1 (cm)	5																														
Diametro 2 (cm)	5																														
Diametro 3 (cm)	5																														
Diametro prom. (cm)	5,00																														
Realizó: NELSON PARDO GONZALES JEFE DE LABORATORIO			Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																												



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.	Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 2
Profundidad:	0.42-2.18m	Muestra No:	1	Fecha de ensayo:	24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)	574,15
Peso humedo 2 (gr)	574,14
Peso humedo 3 (gr)	574,16
Peso humedo prom. (gr)	574,15

Diametro 1 (cm)	5
Diametro 2 (cm)	5
Diametro 3 (cm)	5
Diametro prom. (cm)	5,00

Altura del cilindro (cm) 15

PESO UNITARIO ISRM 07

Volumen(cm3)	294,52
y t (gr/cm3)	1,949
y t (tn/m3)	1,95
W humedad (%)	25,80%
y d (gr/cm3)	1,550
y d (tn/m3)	1,550

Realizó:
NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:
ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:	Consultoria para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.	Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Perforación	Sondeo 2
Profundidad:	2.18-3.18m	Muestra No:	2	Fecha de ensayo:	24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)	571,58
Peso humedo 2 (gr)	571,59
Peso humedo 3 (gr)	571,55
Peso humedo prom. (gr)	571,573

Diametro 1 (cm)	5
Diametro 2 (cm)	5
Diametro 3 (cm)	5
Diametro prom. (cm)	5,00

Altura del cilindro (cm) 15

PESO UNITARIO ISRM 07

Volumen(cm3)	294,52
y t (gr/cm3)	1,941
y t (tn/m3)	1,94
W humedad (%)	23,50%
y d (gr/cm3)	1,571
y d (tn/m3)	1,571

Realizó:
NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:
ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CND

TRAIZO		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.		Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Sondeo 2																									
Profundidad:	3.18-4.18m	Muestra No:	3	Fecha de ensayo:	24/12/2025																									
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>594,35</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>594,36</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>594,37</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>594,36</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	594,35	Peso humedo 2 (gr)	594,36	Peso humedo 3 (gr)	594,37	Peso humedo prom. (gr)	594,36	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> <td>15</td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td>2,018</td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>2,02</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>27,56%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td>1,582</td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,582</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	2,018	γ_t (tn/m3)	2,02	W humedad (%)	27,56%	γ_d (gr/cm3)	1,582	γ_d (tn/m3)	1,582
Peso humedo 1 (gr)	594,35																													
Peso humedo 2 (gr)	594,36																													
Peso humedo 3 (gr)	594,37																													
Peso humedo prom. (gr)	594,36																													
Altura del cilindro (cm)		15																												
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
γ_t (gr/cm3)	2,018																													
γ_t (tn/m3)	2,02																													
W humedad (%)	27,56%																													
γ_d (gr/cm3)	1,582																													
γ_d (tn/m3)	1,582																													
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																				
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													

TRAIZO		PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07																												
Proyecto:	Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.		Ubicación:	Guachetá - Cundinamarca	Sondeo 2																									
Profundidad:	4.18-5.18m	Muestra No:	4	Fecha de ensayo:	24/12/2025																									
<table border="1"> <tr> <td>Peso humedo 1 (gr)</td> <td>585,12</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 2 (gr)</td> <td>585,56</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo 3 (gr)</td> <td>585,45</td> </tr> <tr> <td>Peso humedo prom. (gr)</td> <td>585,38</td> </tr> </table>		Peso humedo 1 (gr)	585,12	Peso humedo 2 (gr)	585,56	Peso humedo 3 (gr)	585,45	Peso humedo prom. (gr)	585,38	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura del cilindro (cm)</td> <td>15</td> </tr> </table>		Altura del cilindro (cm)		15	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PESO UNITARIO ISRM 07</td> </tr> <tr> <td>Volumen(cm3)</td> <td>294,52</td> </tr> <tr> <td>γ_t (gr/cm3)</td> <td>1,988</td> </tr> <tr> <td>γ_t (tn/m3)</td> <td>1,99</td> </tr> <tr> <td>W humedad (%)</td> <td>24,12%</td> </tr> <tr> <td>γ_d (gr/cm3)</td> <td>1,601</td> </tr> <tr> <td>γ_d (tn/m3)</td> <td>1,601</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO ISRM 07		Volumen(cm3)	294,52	γ_t (gr/cm3)	1,988	γ_t (tn/m3)	1,99	W humedad (%)	24,12%	γ_d (gr/cm3)	1,601	γ_d (tn/m3)	1,601
Peso humedo 1 (gr)	585,12																													
Peso humedo 2 (gr)	585,56																													
Peso humedo 3 (gr)	585,45																													
Peso humedo prom. (gr)	585,38																													
Altura del cilindro (cm)		15																												
PESO UNITARIO ISRM 07																														
Volumen(cm3)	294,52																													
γ_t (gr/cm3)	1,988																													
γ_t (tn/m3)	1,99																													
W humedad (%)	24,12%																													
γ_d (gr/cm3)	1,601																													
γ_d (tn/m3)	1,601																													
<table border="1"> <tr> <td>Diametro 1 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 2 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro 3 (cm)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro prom. (cm)</td> <td>5,00</td> </tr> </table>		Diametro 1 (cm)	5	Diametro 2 (cm)	5	Diametro 3 (cm)	5	Diametro prom. (cm)	5,00	Revisó: ING. JAN POOL CERQUERA MT 25200-333172 CND																				
Diametro 1 (cm)	5																													
Diametro 2 (cm)	5																													
Diametro 3 (cm)	5																													
Diametro prom. (cm)	5,00																													



PESO UNITARIO EN MUESTRAS REGULARES E IRREGULARES (MÉTODO PARAFINADO O POR MEDIDAS)-METODO ISRM-07

Proyecto:

Consultoría para la elaboración de los estudios de suelos y topografía para la construcción de puentes en el área rural del municipio de Guachetá - Cundinamarca, Puente 3 - Vereda Nengua.

Ubicación:

Guachetá - Cundinamarca

Perforación

Sondeo 2

Profundidad:

5.18-6.18m

Muestra No:

5

Fecha de ensayo:

24/12/2025

Peso humedo 1 (gr)

578,56

Peso humedo 2 (gr)

578,58

Peso humedo 3 (gr)

578,54

Peso humedo prom. (gr)

578,56

Diametro 1 (cm)

5

Diametro 2 (cm)

5

Diametro 3 (cm)

5

Diametro prom. (cm)

5,00

Altura del cilindro (cm)

15

PESO UNITARIO ISRM 07

Volumen(cm3)

294,52

γ_t (gr/cm3)

1,964

γ_t (tn/m3)

1,96

W humedad (%)

21,24%

γ_d (gr/cm3)

1,620

γ_d (tn/m3)

1,620

Realizó:

NELSON PARDO GONZALES
JEFE DE LABORATORIO

Revisó:

ING. JAN POOL CERQUERA
MT 25200-333172 CNO

Ing. Ericson Jan Pool Cerquera Vásquez

C.C. 1.018.459.196 · Matrícula profesional COPNIA: 25202-333172 (Vigente)

Ciudad: Bogotá · Dirección: Vereda Tiquiza, Chía (Cund.)

Contacto: 311 546 0884 – 313 805 2044 · Correo: jan_pool_13@hotmail.com

PERFIL

Ingeniero civil con especialización en Pavimentos y Estructuras. Gerente técnico de Suelos J&A S.A.S. desde 2016. Experiencia en estudios de suelos, sondeos (manual y mecánico), ensayos de laboratorio, capacidad portante y asentamientos (NSR-10 Título H), diseño/revisión de pavimentos y estabilidad de taludes.

FORMACIÓN

- Especialización en Ingeniería de Pavimentos – Universidad Católica de Colombia (2017).
- Especialización en Estructuras – Universidad Santo Tomás (2021).
- Ingeniero Civil – Universidad La Gran Colombia (2015).
- Maestría en Estructuras (en curso) – Universidad Militar Nueva Granada (desde 2022).

EXPERIENCIA RECIENTE (selección)

- Suelos J&A S.A.S. – Gerente Técnico (2016–Actual): Elaboración y radicación de estudios de suelos; coordinación de campo y laboratorio; informes para curaduría y planeación; diseño/modelación de pavimentos (INVIAS/IDU). Proyectos representativos: múltiples estudios en Chía y Bogotá.
- Geoandina – Ingeniero Auxiliar (6 meses): sísmica, tomografía e informes.
- MYR Ingeniería – Ingeniero Auxiliar (5 meses): hidrología, alcantarillado y acueducto (Sewer/WaterGEMS).
- HJ Ingenieros Civiles – Residente (4 meses): urbanismo e hidráulica.

SOFTWARE

BSA-PPCA, VISAR, CEDEM; SewerGEMS / WaterGEMS; MS Project; ArcGIS.

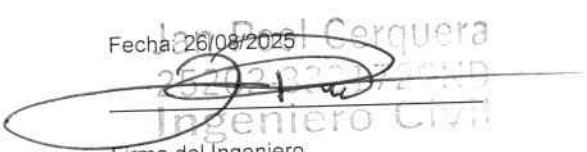
PUBLICACIONES (selección)

- Evaluation of variation of resistance of a mix asphalt MDC-19...
- Determinación de parámetros dinámicos...

SOPORTE DOCUMENTAL

Certificado COPNIA vigente y sin antecedentes (se anexa cuando se requiera).

Fecha: 26/08/2025


Firma del Ingeniero

Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
GPR CONSTRUCTORA INGENIERIA & ARQUITECTURA SAS
NIT: 900088206-0

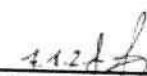
CERTIFICA QUE

El señor **ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ** identificado con cédula de ciudadanía No. **1.018.459.196** de Bogotá, y matrícula profesional No **25202-333172 CND** labora para nuestra compañía desde 18 de **mayo de 2016** la fecha bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de **Ingeniero geotecnista**, realizando las funciones descritas a continuación

- Coordinación de perforaciones de campo y análisis de perfiles estratigrafías, elaboración de estudios de suelos, orientados al cálculo y verificación de capacidad portante y asentamientos para edificaciones para edificaciones, realizado bajo los lineamientos estipulados en el **titulo H** del reglamento sismo resistente NSR-10

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los veinte dos (22) días del mes de septiembre del 2021.

Cordialmente,



ING. FERNEY ALONSO PACHON
INGENIERO CIVIL
C.C 3.196.553
MP 25202100572CND
Representante Legal
Bogotá D.C. 22 de septiembre de 2021

Bogotá D.C. 07 de abril de 2021

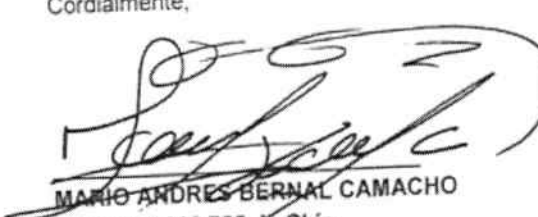
**EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
SUELOS J&A SAS
NIT: 900.969.507-6
CERTIFICA QUE**

El señor ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, laboro para nuestra compañía desde mayo de 2016 hasta diciembre de 2018 bajo la modalidad de Prestación de servicios, desempeñando el cargo de GERENTE TECNICO, y sus principales funciones fueron:

- Diseñar, definir, direccionar, planificar, organizar, implementar, controlar y validar los Proyectos de Ingeniería Civil propios del diseño estructural.
- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los siete (07) días del mes de abril del 2021.

Cordialmente,


MARIO ANDRES BERNAL CAMACHO
C.C 1.072.662.765 de Chia
Representante Legal
SUELOS J & A SAS



SUELOS J&A S.A.S
NIT: 900 969 507-6

Carrera 14F # 7 -15 IBARO 2
Chia-Cundinamarca
Tel: 3115460884-3138052044
gerenciasuelosja@gmail.com
gerenciatecnicasuelosja@gmail.com

EL SUSCRITO CONTADOR PUBLICO DE LA COMPAÑIA PROGETTO
CONSTRUCCIONES SAS
NIT: 901341187-1

CERTIFICA QUE

El señor ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ identificado con cédula de ciudadanía No. 1.018.459.196 de Bogotá, labora para esta empresa con el cargo de GERENTE TECNICO desde el 18 de noviembre de 2019, con un contrato a término indefinido vigente y sus principales funciones son:

- Estudios de suelos y construcción, atendiendo los lineamientos definidos por la junta directiva, la norma nacional la NSR 10, los requerimientos legales y de calidad (SGI), y las exigencias acordadas con el cliente, para el logro de la estrategia organizacional

La presente certificación se expide por solicitud del interesado a los ocho (08) días del mes de noviembre de 2023.

Cordialmente,



Clara Inés Camacho Beltrán
C.C 35198613 de Chía
Gestión Humana

Carrera 14 C No. 7-56 Ibaro II
Chía (Cundinamarca)
Tel: 3115460884-3118052044
progetto.gerencia@gmail.com
progetto.gerenciatecnica@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

Vigilada Mineducación
Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 1970

CONSIDERANDO QUE:

ERICCCSON JAN POOL CERQUERA VÁSQUEZ
C.C. 1018459196 BOGOTÁ D.C.

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ
CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY Y LOS REGLAMENTOS. LE CONFIERE EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS**

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.
BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE 7 DE 2017

RECTOR

SECRETARIO GENERAL

DECANO

ANOTADO AL FOLIO NO. 304 S PC LIBRO 2 DEL 7 DE DICIEMBRE DE 2017

20385



Matrícula Profesional No.
25202-333172 CND
Fecha de Expedición: 10/06/2016

Nombre:
ERICCCSON JAN POOL
CERQUERA VASQUEZ
Cédula:
C.C. 1018459196
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA, Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NÚMERO
1.018.459.196
CERQUERA VASQUEZ

APellidos
ERICCCSON JAN POOL

Nombre



ÍNDICE VERIFICADO

FECHA DE NACIMIENTO
VILLAVICENCIO
(META)

LUGAR DE NACIMIENTO
1.65
ESTATURA

O+
G.S. RH

M
SEXO

12-MAY-2011 BOGOTÁ D.C.
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN

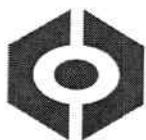
REGISTRACIÓN NACIONAL
AL EXAMEN DE LA LEY



A: 1500150-01134390 M: 1018459196-20200226

9370206210A 1

99120032209



**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ERICSSON JAN POOL CERQUERA VASQUEZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1018459196, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-333172 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Octubre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Jan Pool Cerquera

25202-333172-000

Ingeniero

Firma del titular (*)

(**) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

INFORME TOPOGRÁFICO

LEVANTAMIENTO DE PUENTES

MUNICIPIO DE GUACHETÁ – CUNDINAMARCA

Diciembre 2025

Contratante:	Municipio de Guachetá
Objeto:	Levantamiento topográfico de cuatro (4) puentes en veredas del municipio
Departamento:	Cundinamarca
Municipio:	Guachetá
Mes de ejecución:	Diciembre de 2025
Veredas intervenidas:	Ticha, Gachetá Alto, Nengua, Falda de Molino
Tecnologías empleadas:	GPS GNSS, Estación Total, Dron DJI Mavic 3 Enterprise

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados del levantamiento topográfico realizado en cuatro (4) puentes ubicados en diferentes veredas del municipio de Guachetá, Cundinamarca, durante el mes de diciembre del año 2025. Este trabajo fue ejecutado por un equipo de profesionales especializados en topografía y fotogrametría, utilizando tecnologías de última generación que garantizan la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

Los puentes objeto de estudio corresponden a estructuras de vital importancia para la conectividad rural del municipio, localizadas en las veredas Ticha, Gachetá Alto, Nengua y Falda de Molino. Estas obras de infraestructura vial presentan diversas condiciones de deterioro que hacen urgente su intervención técnica, razones por las cuales se procedió a realizar el levantamiento topográfico detallado como primera etapa de los estudios y diseños requeridos.

El levantamiento topográfico ejecutado comprendió la toma de información geométrica, altimétrica y planimétrica de cada estructura, así como de sus zonas de influencia inmediata. Se generaron curvas de nivel, secciones transversales y perfiles longitudinales para cada uno de los puentes, productos que constituyen la base cartográfica esencial para el desarrollo de los estudios estructurales, hidráulicos y de diseño geométrico que se requerirán en las etapas subsiguientes del proyecto.

La metodología empleada integró el uso de equipos GPS de alta precisión, estación total y tecnología de fotogrametría aérea mediante dron, lo que permitió obtener una representación tridimensional detallada del terreno y de las estructuras existentes, optimizando los tiempos de campo y mejorando significativamente la calidad de la información cartográfica entregada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar el levantamiento topográfico detallado de los cuatro (4) puentes ubicados en las veredas Ticha, Gachetá Alto, Nengua y Falda de Molino del municipio de Guachetá (Cundinamarca), mediante el uso de tecnologías de posicionamiento GPS, estación total y fotogrametría aérea con dron, con el propósito de generar información topográfica precisa y confiable que sirva como base para el desarrollo de estudios técnicos orientados a la intervención, mejoramiento o reconstrucción de las estructuras existentes.

2.2 Objetivos Específicos

- Obtener coordenadas georreferenciadas de alta precisión mediante tecnología GPS/GNSS, enlazadas al sistema oficial MAGNA-SIRGAS, como base para todos los trabajos topográficos.
- Levantar detalles planimétricos y altimétricos de cada puente y su entorno inmediato mediante estación total, capturando la geometría de las estructuras, taludes, cauces y vías de acceso.

- Generar curvas de nivel con equidistancia apropiada para cada sitio, que permitan caracterizar la topografía del terreno en el área de influencia de cada puente.
- Elaborar secciones transversales a intervalos regulares en la zona de cada puente, incluyendo el cauce del cuerpo de agua, la plataforma vial y los elementos de la estructura.
- Trazar el perfil longitudinal del eje vial y del cauce en cada localización, obteniendo las pendientes, cotas y variaciones altimétricas relevantes para el diseño.
- Generar modelos digitales del terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS) mediante vuelos fotogramétricos con el dron DJI Mavic 3 Enterprise.
- Identificar y documentar las condiciones geométricas y el estado actual de cada estructura, incluyendo sus dimensiones, alturas, longitudes de luz y condiciones de los elementos constitutivos.
- Entregar planos topográficos completos, ortofotos georreferenciadas y bases cartográficas digitales para el diseño estructural e hidráulico.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en el municipio de Guachetá, ubicado en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Guachetá hace parte de la Provincia de Ubaqué y se encuentra a aproximadamente 93 km de la ciudad de Bogotá D.C. El municipio posee una extensión territorial importante con predominancia de suelo rural, en el que la infraestructura vial y los puentes cumplen un papel fundamental para la movilidad de la población campesina y el transporte de productos agropecuarios.

Los cuatro puentes intervenidos se encuentran distribuidos en las siguientes veredas:

Puente N° 1	Vereda Ticha
Puente N° 2	Vereda Gachetá Alto
Puente N° 3	Vereda Nengua
Puente N° 4	Vereda Falda de Molino

Cada uno de los puentes se encuentra sobre vías rurales de importancia estratégica para la movilidad local, el acceso a predios agrícolas y el transporte de productos. Las estructuras cruzan cuerpos de agua que en temporadas de lluvia presentan caudales significativos, lo que incrementa la vulnerabilidad de las obras ante eventos hidrológicos extremos.

4. NORMATIVIDAD APLICABLE

Para el desarrollo del presente levantamiento topográfico se tuvieron en cuenta las siguientes normas, reglamentos técnicos y lineamientos institucionales vigentes en Colombia:

- Normas técnicas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para levantamientos topográficos, geodesia y cartografía.
- Resolución IGAC 068 de 2005 y demás normas vigentes sobre estándares de calidad cartográfica.
- Lineamientos de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (AEROCIVIL) para operación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS/Drones) en Colombia, Resolución 4201 de 2022.
- Decreto 1747 de 2020 y normas concordantes sobre uso del espacio aéreo colombiano para aeronaves no tripuladas.
- Manual de Puentes de INVIAS para la clasificación y evaluación de estructuras.

5. EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS

5.1 Equipos de Campo

Para la ejecución de los trabajos de campo se emplearon los siguientes equipos de medición y captura de datos:

GPS/GNSS de precisión	Equipo receptor de señales satelitales para posicionamiento de puntos de control geodésico con precisión centimétrica.
Estación Total	Instrumento electro-óptico para medición de ángulos y distancias, utilizado en el levantamiento planialtimétrico detallado de las estructuras y su entorno.
Dron DJI Mavic 3 Enterprise	Aeronave no tripulada equipada con cámara de alta resolución para la captura de imágenes aéreas orientadas a la generación de productos fotogramétricos.
Nivel de ingeniería	Utilizado para comprobación de cotas y nivelación de puntos de apoyo.
Prisma y jalones	Accesorios para la toma de puntos con estación total.
Distanciómetro láser	Para mediciones directas de elementos estructurales inaccesibles.

5.2 Software Especializado

- Software de procesamiento GNSS: para el cálculo de coordenadas georreferenciadas de alta precisión.
- AutoCAD Civil 3D: para el procesamiento de datos de estación total, generación de planos topográficos, curvas de nivel, secciones transversales y perfiles longitudinales.
- Agisoft Metashape / Pix4D: para el procesamiento fotogramétrico de las imágenes aéreas capturadas con el dron, generación de nubes de puntos, MDT, MDS y ortofotos.
- ArcGIS / QGIS: para análisis espacial y gestión de información geográfica.

6. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo se diseñó con base en las mejores prácticas técnicas para levantamientos topográficos de infraestructura vial, integrando múltiples tecnologías de medición para garantizar la completitud, precisión y confiabilidad de la información. El proceso se desarrolló en las siguientes etapas:

6.1 Reconocimiento de Campo

Se realizó una visita técnica preliminar a cada uno de los cuatro puentes con el fin de evaluar las condiciones del terreno, identificar los accesos más adecuados para el ingreso de equipos, definir la estrategia de georreferenciación, y establecer los puntos de control más convenientes. Durante esta etapa también se registró el estado general de las estructuras y sus condiciones de riesgo, y se planificó el plan de vuelo para los drones, teniendo en cuenta las restricciones de espacio aéreo aplicables.

6.2 Georreferenciación

Se establecieron puntos de control geodésico mediante equipos GPS/GNSS de precisión en cada una de las localizaciones. Estos puntos fueron procesados y ajustados al sistema oficial de referencia MAGNA-SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia – Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), garantizando la coherencia espacial de toda la información levantada y su integración con plataformas cartográficas nacionales. Los puntos de control sirvieron de base para el amarre de los trabajos de estación total y para la georreferenciación de los productos fotogramétricos.

6.3 Levantamiento con Estación Total

Se efectuó el levantamiento planialtimétrico detallado de cada puente y su entorno utilizando estación total, tomando puntos sobre la estructura del puente (estribos, pilas, tablero, barandas, juntas), las vías de acceso, los taludes, el cauce del cuerpo de agua y los elementos relevantes del entorno inmediato. Con base en la nube de puntos levantada se procesaron los siguientes productos para cada uno de los cuatro puentes:

- Curvas de nivel: generadas con equidistancia apropiada según la pendiente del terreno en cada localización, representando fielmente la topografía del área de influencia del puente y del cauce.
- Secciones transversales: levantadas a intervalos regulares a lo largo del eje vial y en el cauce, capturando la geometría del terreno, la plataforma vial y los elementos de la estructura. Estas secciones son fundamentales para los cálculos hidro-hidráulicos y el diseño estructural.
- Perfil longitudinal: trazado sobre el eje de la vía y del cauce, representando la variación altimétrica a lo largo del tramo levantado. El perfil longitudinal permite identificar las pendientes existentes, las cotas de rasante, los niveles de fondo del cauce y las diferencias de nivel entre los extremos del puente.

6.4 Fotogrametría con Dron

Se realizaron vuelos fotogramétricos con el dron DJI Mavic 3 Enterprise sobre cada uno de los cuatro sitios de interés, siguiendo planes de vuelo automatizados que garantizan traslapes longitudinales y transversales suficientes para la reconstitución tridimensional. Los vuelos se ejecutaron bajo las normas de Aerocivil vigentes. Los productos obtenidos mediante procesamiento fotogramétrico incluyen:

- Ortofotos de alta resolución georreferenciadas.
- Modelos Digitales del Terreno (MDT).
- Modelos Digitales de Superficie (MDS).
- Nubes de puntos densas en formato LAS/LAZ.
- Modelos tridimensionales de las estructuras y su entorno.

6.5 Procesamiento de Información

Los datos recolectados en campo fueron procesados en oficina mediante software especializado, integrando la información proveniente de las distintas fuentes (GPS, estación total y fotogrametría) para generar los productos cartográficos definitivos. El control de calidad se realizó verificando la coherencia entre los datos levantados con estación total y los obtenidos mediante fotogrametría, y comprobando el cierre de los circuitos de nivelación dentro de las tolerancias permitidas por la normativa IGAC.

7. DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES LEVANTADOS

A continuación se presenta la descripción detallada de cada uno de los puentes objeto del presente levantamiento topográfico, indicando sus características generales, condiciones observadas y los productos topográficos específicos generados en cada caso.

7.1 Puente 1 – Vereda Ticha

7.1.1 Descripción General

El puente de la Vereda Ticha se encuentra sobre un cauce de importancia para el drenaje de la zona, en una vía rural que conecta el centro poblado con predios de uso agrícola y pecuario. La estructura presenta evidentes señales de deterioro en elementos estructurales, incluyendo fisuramiento, carbonatación del concreto, exposición de acero de refuerzo y desgaste en la superficie de rodadura. Los accesos al puente se encuentran en condiciones irregulares, con erosión en los taludes y sin obras de drenaje adecuadas.

7.1.2 Productos Topográficos Generados

Para el Puente 1 de la Vereda Ticha se generaron los siguientes productos topográficos:

- Curvas de nivel: Se levantó la topografía del área de influencia del puente generando curvas de nivel maestras e intermedias que representan fielmente la morfología del terreno, los taludes de acceso, el cauce y los alrededores inmediatos de la estructura.

Este producto permite visualizar con precisión la configuración altimétrica del sitio para efectos del diseño.

- Secciones transversales: Se levantaron secciones transversales a lo largo del eje vial y en el cauce del cuerpo de agua, capturando la geometría del terreno natural, la plataforma de la vía, los estribos y elementos de la estructura. Las secciones permiten calcular volúmenes de excavación y relleno, así como definir las condiciones hidráulicas de la sección de paso.
- Perfil longitudinal: Se trazó el perfil longitudinal del eje vial sobre el puente y sus tramos de acceso, así como el perfil del fondo del cauce. Este producto permite determinar las cotas de rasante, las pendientes de la vía, los niveles del fondo del cauce y la diferencia de nivel entre los dos extremos de la estructura.

7.2 Puente 2 – Vereda Gachetá Alto

7.2.1 Descripción General

El puente ubicado en la Vereda Gachetá Alto presenta afectaciones notorias en la superestructura, evidenciando grietas y deformaciones que comprometen su capacidad de carga. Se observaron posibles problemas de estabilidad en los estribos, con indicios de socavación en la cimentación producto de la acción erosiva del caudal. La superestructura muestra deficiencias en el sistema de drenaje del tablero, lo que ha propiciado la acumulación de humedad y el deterioro acelerado del concreto. Las barandas presentan daños que reducen la seguridad de los usuarios.

7.2.2 Productos Topográficos Generados

Para el Puente 2 de la Vereda Gachetá Alto se generaron los siguientes productos topográficos:

- Curvas de nivel: El levantamiento planialtimétrico permitió generar curvas de nivel del área de influencia, representando la forma del terreno en ambos márgenes del cauce, los taludes, los accesos viales y los elementos de la estructura existente. Las curvas de nivel son fundamentales para los estudios de inundabilidad y el diseño hidráulico.
- Secciones transversales: Se levantaron secciones transversales en la zona del cauce y de la vía, documentando la geometría de los estribos, los niveles de fondo del cauce y la sección hidráulica disponible. Estas secciones constituyen insumo esencial para los cálculos de socavación y el diseño de la cimentación del puente a intervenir.
- Perfil longitudinal: Se obtuvo el perfil longitudinal del eje de la vía y del cauce en el tramo de interés, evidenciando las variaciones altimétricas, las cotas de la rasante actual y los niveles del lecho del río. Este perfil es determinante para el diseño del puente de reemplazo o de las obras de rehabilitación.

7.3 Puente 3 – Vereda Nengua

7.3.1 Descripción General

El puente de la Vereda Nengua presenta condiciones críticas tanto en la estructura misma como en su entorno inmediato. La vía de acceso muestra deterioro severo con presencia de baches, hundimientos y deformaciones que dificultan el tránsito. Se identificaron procesos erosivos activos en el cauce cercano, con lavado de material en los taludes de aproximación y posible exposición de la cimentación de los estribos. La estructura del puente presenta fisuramiento en el tablero y en

los elementos de apoyo, y no cuenta con obras de encauzamiento ni protección de márgenes adecuadas.

7.3.2 Productos Topográficos Generados

Para el Puente 3 de la Vereda Nengua se generaron los siguientes productos topográficos:

- **Curvas de nivel:** Se levantó la topografía del sitio generando curvas de nivel que documentan la configuración del terreno en el tramo crítico, incluyendo las zonas de erosión en los taludes y las áreas de influencia del cauce. Las curvas de nivel permitirán diseñar adecuadamente las obras de protección y estabilización requeridas.
- **Secciones transversales:** Se realizaron secciones transversales en la zona de mayor interés, documentando el estado actual del cauce, los procesos erosivos identificados y la geometría de la plataforma vial deteriorada. Las secciones transversales permiten cuantificar los volúmenes de material erosionado y diseñar las obras de recuperación.
- **Perfil longitudinal:** El perfil longitudinal levantado sobre el eje de la vía y del cauce refleja las irregularidades altimétricas presentes, los hundimientos, las zonas de erosión y las variaciones del fondo del cauce que han contribuido al deterioro de la estructura. Este insumo es fundamental para el diseño de las obras de recuperación y encauzamiento.

7.4 Puente 4 – Vereda Falda de Molino

7.4.1 Descripción General

El puente de la Vereda Falda de Molino presenta un desgaste generalizado en todos sus elementos, con deterioro en el tablero, los estribos y las obras de acceso. La estructura muestra limitaciones geométricas para el tránsito seguro de vehículos, ya que el ancho útil disponible no cumple con los estándares actuales para el tipo de tráfico que circula por la vía. Se observaron problemas de drenaje superficial en los accesos, con acumulación de agua y deterioro del afirmado. Los elementos de contención lateral de la calzada presentan deterioro y en algunos sectores se han perdido completamente.

7.4.2 Productos Topográficos Generados

Para el Puente 4 de la Vereda Falda de Molino se generaron los siguientes productos topográficos:

- **Curvas de nivel:** La representación topográfica mediante curvas de nivel del área del puente y sus accesos documenta la configuración altimétrica del sitio, incluyendo las condiciones de drenaje superficial, la topografía del cauce y las áreas de inundación potencial. Este insumo es esencial para el diseño del sistema de drenaje de la obra nueva.
- **Secciones transversales:** Se levantaron secciones transversales que documentan la geometría actual del puente, el ancho de la plataforma vial, los niveles del tablero, la sección del cauce y los taludes de acceso. El análisis de las secciones transversales permitirá definir el ancho requerido para el puente de reemplazo y las obras de adecuación geométrica de la vía.
- **Perfil longitudinal:** El perfil longitudinal obtenido sobre el eje de la vía documenta las cotas actuales del tablero del puente, las pendientes de la vía en los accesos y los niveles del

cauce. Este perfil es fundamental para el diseño del nuevo puente, la definición de la rasante de la vía y el cálculo del gálibo hidráulico requerido.

8. PRODUCTOS ENTREGADOS

Como resultado de los trabajos topográficos ejecutados, se entregan los siguientes productos para cada uno de los cuatro puentes:

Planos topográficos	Planos en formato digital (DWG/PDF) con la representación planialtimétrica de cada sitio, incluyendo curvas de nivel, coordenadas, cotas, rótulo técnico y escala gráfica.
Curvas de nivel	Curvas de nivel maestras e intermedias generadas para el área de influencia de cada puente, con equidistancia adecuada a la topografía del sitio.
Secciones transversales	Láminas con las secciones transversales levantadas en cada localización, representando la geometría del terreno, la plataforma vial, el cauce y los elementos estructurales.
Perfiles longitudinales	Láminas con el perfil longitudinal del eje de la vía y del cauce para cada puente, con indicación de cotas, pendientes y elementos relevantes.
Ortofotos georreferenciadas	Imágenes aéreas ortorectificadas de alta resolución, georreferenciadas en el sistema MAGNA-SIRGAS.
Modelos Digitales del Terreno	MDT en formato raster para análisis hidrológicos, cálculos de volúmenes y estudios morfológicos.
Nubes de puntos	Archivos en formato LAS/LAZ con la nube de puntos densa generada por fotogrametría.
Coordenadas de control	Listado de coordenadas de los puntos de control establecidos en campo, referenciados al sistema MAGNA-SIRGAS.
Base cartográfica para diseño	Archivos digitales compatibles con AutoCAD Civil 3D y software de diseño estructural.

9. CONCLUSIONES

1. Los cuatro puentes intervenidos en el municipio de Guachetá presentan condiciones de deterioro que justifican plenamente su intervención técnica, ya sea mediante rehabilitación, mejoramiento o reconstrucción, en función de los resultados de los estudios estructurales que se adelanten con base en la información aquí entregada.
2. La información topográfica obtenida cuenta con alta precisión y confiabilidad, gracias al uso combinado y complementario de equipos GPS/GNSS, estación total y dron fotogramétrico DJI Mavic 3 Enterprise, todos referenciados al sistema oficial MAGNA-SIRGAS.
3. Para cada uno de los cuatro puentes se generaron curvas de nivel, secciones transversales y perfil longitudinal, productos que en conjunto conforman la base

- topográfica completa requerida para el diseño geométrico, estructural e hidráulico de las intervenciones.
4. Las secciones transversales levantadas en los cuatro sitios permiten caracterizar la geometría hidráulica de los cauces y cuantificar con precisión los volúmenes de excavación y relleno necesarios para las obras de acceso y cimentación.
 5. Los perfiles longitudinales obtenidos para cada puente documentan con fidelidad las variaciones altimétricas del eje vial y del cauce, constituyendo un insumo indispensable para la definición de la rasante de la vía y el cálculo del gálibo hidráulico libre.
 6. La integración de tecnologías de medición (GPS, estación total y fotogrametría aérea) permitió optimizar los tiempos de campo, reducir los riesgos operativos y mejorar significativamente la calidad y completitud de la información cartográfica entregada.
 7. Los modelos digitales del terreno generados mediante fotogrametría con dron complementan y validan la información levantada con estación total, proporcionando una visión espacial integral de cada sitio que facilita la planificación y diseño de las intervenciones.
 8. Toda la información topográfica generada se entrega en formatos digitales compatibles con los software de diseño más utilizados en ingeniería civil, facilitando su aprovechamiento en las etapas subsiguientes del proyecto.

10. RECOMENDACIONES

9. Realizar estudios estructurales detallados de cada puente, utilizando la información topográfica aquí generada como base para la modelación y el diseño, con el fin de determinar con precisión los requerimientos de intervención de cada estructura.
10. Priorizar la intervención de los puentes con mayor grado de deterioro y mayor riesgo para los usuarios, teniendo en cuenta los hallazgos del levantamiento topográfico y el estado observado en campo.
11. Utilizar las secciones transversales y el perfil longitudinal levantados para cada puente como insumo directo en los estudios hidrológicos e hidráulicos, con el fin de determinar los caudales de diseño y los niveles de inundación esperados.
12. Implementar soluciones de drenaje y estabilización de taludes en los accesos a todos los puentes, aprovechando las curvas de nivel y secciones transversales levantadas para el diseño de las obras de protección.
13. Mantener un monitoreo periódico de las estructuras, especialmente durante y después de eventos de lluvia intensa, hasta tanto se ejecuten las intervenciones de mejoramiento o reconstrucción.
14. Utilizar las ortofotos y modelos digitales del terreno entregados para actualizar la base cartográfica municipal y vincular la información al sistema de información geográfica del municipio.
15. Para el diseño definitivo de las estructuras de reemplazo o rehabilitación, emplear los perfiles longitudinales levantados para definir con precisión las cotas de arranque de los apoyos, el gálibo hidráulico libre y la rasante de la vía en cada puente.
16. Considerar la información de curvas de nivel y secciones transversales en el diseño de las obras de protección de márgenes y encauzamiento, especialmente en los sitios donde se identificaron procesos erosivos activos.

11. REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación se presenta el registro fotográfico de los trabajos ejecutados en campo, incluyendo vistas generales de cada puente, detalles de los daños observados, toma de datos con estación total y vuelos con dron. El registro fotográfico completo en alta resolución se entrega como archivo digital adjunto al presente informe.

Puente 1 – Vereda Ticha	Fotografías de la estructura, estribos, tablero, accesos y trabajos topográficos. Vistas aéreas del dron.
Puente 2 – Vereda Gachetá Alto	Fotografías de la superestructura, estribos con indicios de socavación, barandas deterioradas y trabajos de campo.
Puente 3 – Vereda Nengua	Fotografías de los procesos erosivos, vía de acceso deteriorada, cauce y detalles estructurales. Imágenes aéreas.
Puente 4 – Vereda Falda de Molino	Fotografías del tablero, geometría de la sección transversal, accesos y trabajos topográficos con estación total.

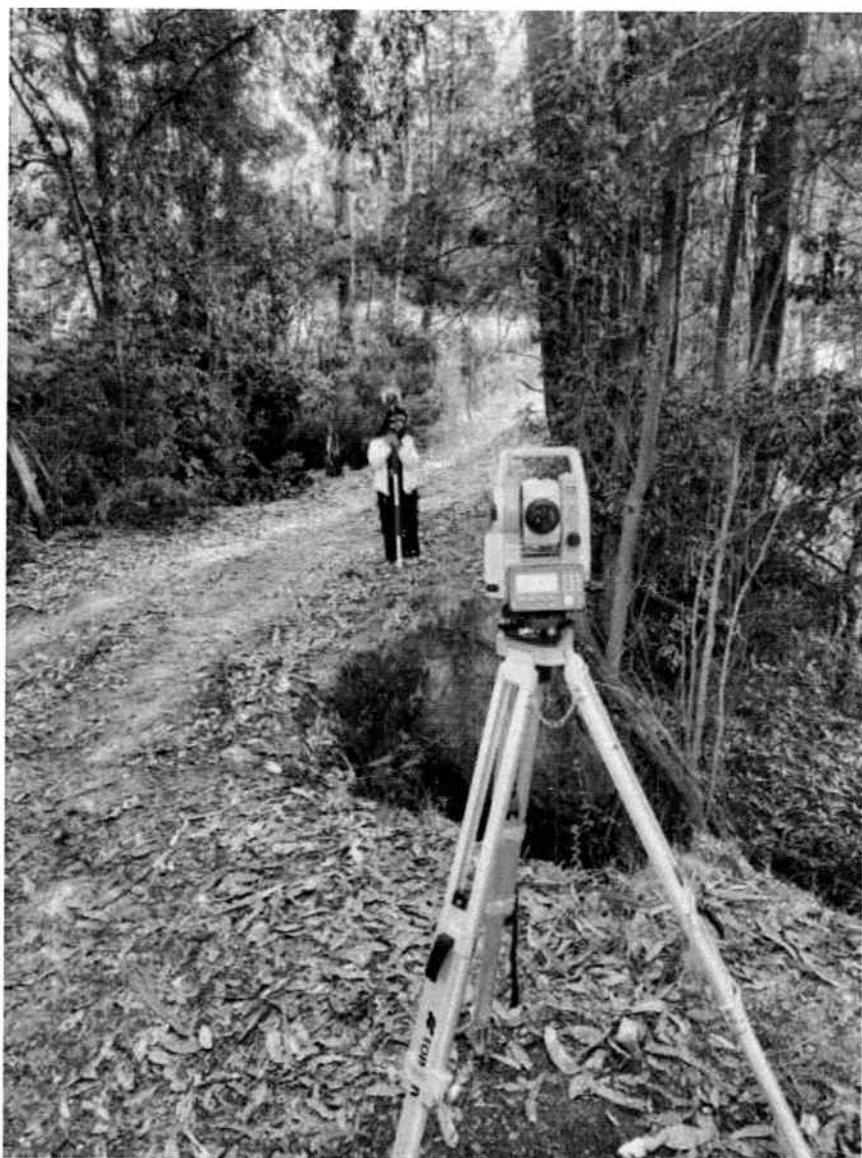




IMG. PUENTE 1



IMG. PUENTE 3



IMG. PUENTE 4



Elaboro:



DIEGO FERNANDO SUARES OLIVARES

TOPOGRAGO – CONTRATISTA

C.C No 1.075.658.571

CEL. 3155855172