INFORME DE SUELOS Y GEOTECNIA

TALLER 2S MAS SAS
NIT: 901723288-5

DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MUNICIPIO DE ORITO

BARRO LA ESPERANZA

OBJETO: CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.

ORITO, SEPTIEMBRE DE 2025

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla de Contenido

Introducción e información general 6

Objetivos 7

Localización 8

Geología general 11

Grupo Orito (E3N1-Sct) (Era cenozoica, Paleógeno) 11

Depósitos aluviales (Q-al) (Era cenozoica, Cuaternario) 11

Depósitos Coluviales (Q-ca) (Era cenozoica, Cuaternario) 11

Geología Estructural 13

Geomorfología 14

Ensayos de campo y de laboratorio 16

Procedimiento del ensayo de penetración estándar (SPT) 16

Ensayos de laboratorio 17

Determinación del contenido de humedad 18

Granulometría 18

Clasificación de los suelos 19

Determinación limite liquido 19

Determinación limite plástico 20

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Determinación de peso unitario suelo 20
Plan de exploración geotécnico 25
Descripción del perfil estratigráfico 27
Nivel freático 30
Análisis de suelos especiales 31
Suelos expansivos 31
Consideraciones generales 31
Resultados de laboratorio 31
Suelos licuables 32
Capacidad portante 34
Modulo elástico 37
Asentamientos elásticos 38
Asentamientos totales 39
Empujes laterales 42
Evaluación sismicidad de la zona 45
Metodología para la Clasificación del Perfil de Suelo 45
Conclusiones 48
Recomendaciones 50
Recomendaciones para excavaciones 51

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Recomendaciones abatimiento nivel freático 52

Referencias bibliográficas..... 55

Índice de imágenes

Imagen 1. Vista en planta de la distribución arquitectónica proyecto. Fuente: Componente arquitectura proyecto, 2025. 6

Imagen 3. Localización proyecto ubicado en el casco urbano del municipio de Orito, departamento del Putumayo 9

Imagen 3. Localización de exploraciones de campo para el proyecto. Fuente: Elaboración propia. 10

Imagen 5. Geología regional del municipio de Orito, departamento del Putumayo..... 12

Imagen 5. Esquema ilustrativo de perfil estratigráfico predominante del predio. Fuente: Elaboración propia. 28

Imagen 6. Ejemplo cálculo de asentamientos para una zona rectangular cargada uniformemente. 40

Imagen 7. Esquema ilustrativo de cimentación para estructura de acceso al malecón. Fuente: Planos estructurales proyecto, 2025. 50

Imagen 8. Esquema de entibado para excavación con profundidades mayores a 1.50 metros. Fuente: Elaboración propia. 52

Imagen 9. Esquema ilustrativo de filtro francés. Fuente: Elaboración propia. 54

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Índice de tablas

Tabla 1. Ubicación con coordenadas y profundidad de las exploraciones realizadas. Fuente: Elaboración propia 10

Tabla 2. Tabla resumen de resultados sondeo No.1..... 22

Tabla 3. Tabla resumen de resultados sondeo No.2..... 23

Tabla 4. Tabla resumen de resultados sondeo No.3..... 24

Tabla 5. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: NSR, 2010. 25

Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Fuente: NSR, 2010..... 25

Tabla 7. Exploraciones de campo realizada para el proyecto. 26

Tabla 8. Resumen de resultados de laboratorio a suelos. 29

Tabla 9. Ubicación de nivel freático en exploraciones de campo..... 30

Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos. 31

Tabla 11. Clasificación de suelos expansivos de acuerdo con los límites de Atterberg. 32

Tabla 12. Parámetros geo mecánicos para cálculo de capacidad portante 35

Tabla 13. Cuadro resumen con promedios de resultado de módulo de elástico 37

Tabla 14. Cálculo de asentamientos elásticos o inmediatos 39

Tabla 15. Rangos aceptables de asentamientos inmediatos máximos. 39

Tabla 16. Clasificación de los perfiles de suelo Tabla A.2.4-1. Fuente: Titulo A, NSR-10..... 46

Tabla 17. Clasificación del tipo de perfil del suelo del proyecto. Fuente: Elaboración propia. ... 47

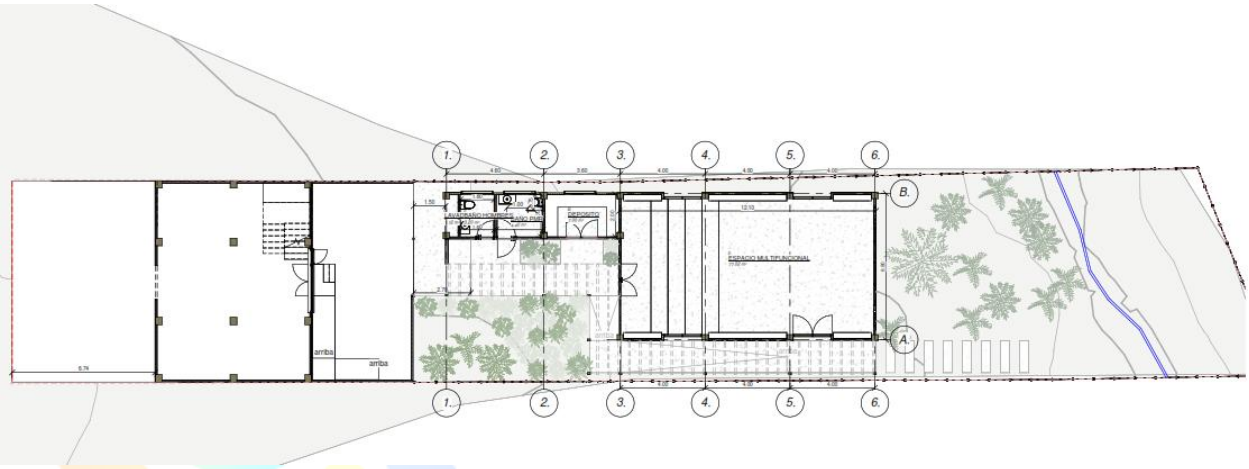
Tabla 18. Caracterización de la zona sísmica del municipio de Orito, departamento del Putumayo. 47

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Introducción e información general

Este informe expone los resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis geológico y geotécnico realizado para la construcción de la sede administrativa del santuario de flora y plantas medicinales Orito Ingi - Ande.

Imagen 1. Vista en planta de la distribución arquitectónica proyecto. Fuente: Componente arquitectura proyecto, 2025.



Ingeniería y Servicios S.A.S

Este documento proporciona una descripción detallada de las características del sitio y su entorno, así como de los aspectos específicos del proyecto. Incluye la investigación de campo realizada, que comprende los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego, se realiza un análisis de los datos recopilados tanto en el campo como en el laboratorio, lo que permite definir las características del subsuelo y realizar una interpretación geotécnica. También se determina el tipo de cimentación adecuado para la estructura que contempla el proyecto en cuestión, y se aborda el proceso constructivo correspondiente. Además, se presentan conclusiones y recomendaciones con el fin de asegurar el comportamiento apropiado de la estructura.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Objetivos

El presente informe tiene los siguientes objetivos:

Realizar el plan de exploración de campo, acorde con los lineamientos establecidos en el titulo H por la Norma Sismorresistente de Colombia del año 2010 (NSR-10).

Obtener muestras representativas alteradas e inalteradas de los estratos de suelo para realizar los análisis de laboratorio necesarios y determinar sus propiedades físico-mecánicas, como la distribución granulométrica, los límites de consistencia y el contenido de humedad.

Analizar los resultados del laboratorio para llegar a conclusiones precisas que garanticen la estabilidad de las estructuras que contempla el proyecto.

Identificar la profundidad del nivel de aguas freáticas, en caso de que exista, y evaluar su impacto potencial en la estructura en relación con la profundidad de la cimentación.

Calcular la capacidad de carga del suelo y los asentamientos estimados, para la cimentación de cada una de las estructuras que se contemplan dentro del proyecto.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

LocalizaciónLa construcción de la sede administrativa del santuario de flora y plantas medicinales Orito Ingi – Ande, se realizar en el predio con matricula inmobiliaria No. 442-19448, ubicado en el barrio La Esperanza, del casco urbano del municipio de Orito.

El municipio de Orito se localiza en el departamento del Putumayo, al suroccidente de Colombia, aproximadamente a 0°38′ de latitud norte y 76°37′ de longitud oeste. La cabecera municipal se encuentra a una altitud media de 310 m s.n.m., dentro de un área de alrededor de 1.962 km². Limita al norte con los municipios de Villagarzón y Santiago, al oriente con Puerto Asís y Puerto Caicedo, al sur con Valle del Guamuez y al occidente con el departamento de Nariño. El clima es cálido y húmedo, con altas precipitaciones y temperaturas relativamente constantes durante todo el año. La población se distribuye entre la zona urbana y un extenso sector rural, cuya economía está fuertemente vinculada a la agricultura y a la explotación petrolera.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Imagen 2. Localización proyecto ubicado en el casco urbano del municipio de Orito, departamento del Putumayo



Nota: Se presenta la localización general de la zona donde se pretende ejecutar el proyecto. Fuente: Google Maps, 2025.

A continuación, se presenta la localización de las exploraciones de campo.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 1. Ubicación con coordenadas y profundidad de las exploraciones realizadas. Fuente: Elaboración propia

Tipo de exploración	Numero	Profundidad (m)	Localización	
			Latitud °	Longitud °
Sondeo	1	6.00	0.667108°	-76.864873°
Sondeo	2	6.00	0.667151°	-76.864907°
Sondeo	3	3.60	0.667196°	-76.864883°

Imagen 3. Localización de exploraciones de campo para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.



Nota: Se presenta la localización de la área de predio y el área construible, además de la localización de las exploraciones de campo realizadas.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Geología general

En el área de estudio se identificaron tres unidades geológicas predominantes:

Grupo Orito (E3N1-Sct) (Era cenozoica, Paleógeno)

El Grupo Orito consiste de arcillolitas, limolitas y areniscas arcillosas, coloreadas de rojo, lila, violeta, gris, verde, dentro de los cuales se intercalan varios mantos de carbón lignítico hasta de 50 cm de espesor. En general esta unidad presenta uniformidad litológica y por lo general tiende a ser más arenosa hacia el tope, mientras que hacia la base más carbonácea. Asociado a la zona de carbones hay varios horizontes fosilíferos persistentes, de los cuales se ha determinado asociaciones de algas, foraminíferos arenáceos, ostrácodos, gasterópodos y lamelibranquios que determinan un ambiente de agua dulce-salada, (lacustrino), con edades del Eoceno superior al Mioceno medio. En la localidad tipo, al N del Anticlinal de Orito, se tiene un espesor de 1 300 m, adelgazándose tanto hacia el sur como hacia el este. Aparentemente yace concordante sobre la Formación Pepino.

Depósitos aluviales (Q-al) (Era cenozoica, Cuaternario)

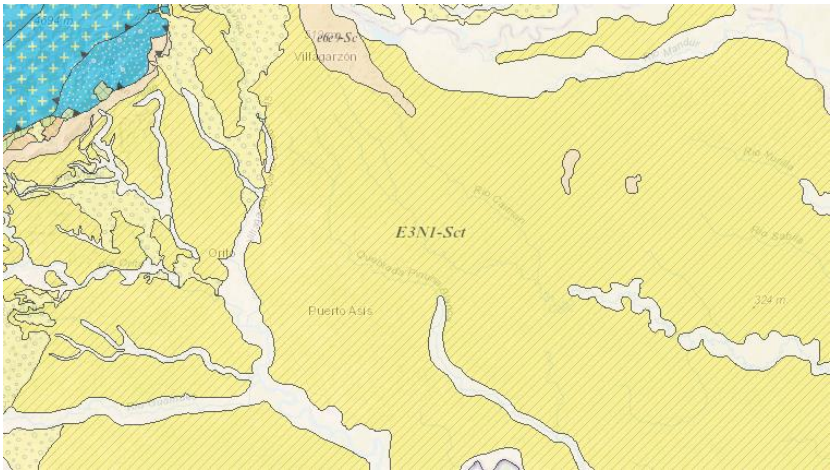
Rocas sedimentarias (gravas arenas limos y lodos). de edad cuaternaria se encuentran en el sector suroccidental y son la prolongación de las acumulaciones de la laguna de La Cocha, cartografiados y descritos por Murcia & Cepeda (1991b). Depósitos aluviales extensos se encuentran entre el piedemonte y la llanura amazónica.

Depósitos Coluviales (Q-ca) (Era cenozoica, Cuaternario)

Abanicos coluviales y depósitos coluviales.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Imagen 4. Geología regional del municipio de Orito, departamento del Putumayo.



Nota: Se presenta las unidades geológicas presentes en la zona donde se ubica el proyecto. Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2015.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Geología Estructural

El área de las planchas 466 – La Hormiga y 481 – Teteyé se localiza en el oeste de la Cuenca Subandina Caguán-Putumayo (Figura 36); Montenegro & Barragán (2011) consideran que esta cuenca puede ser dividida en la cuenca del Putumayo y la cuenca del Caguán, estableciendo como límite entre ellas el Paleoarco o Paleoalto de Florencia, el cual se evidencia en la interpretación del Mapa de Anomalías de Bouguer, sin que en superficie se tengan rasgos que confirmen su existencia. De acuerdo con los autores mencionados, la Cuenca del Putumayo está limitada al occidente por la Cordillera Oriental, al noroeste por el Macizo de Garzón y al oriente por el Paleoarco o Paleoalto de Florencia; hacia el sur continúa en las cuencas Oriente y Marañón, sin que se haya identificado un límite geológico entre ellas, la separación son las fronteras Colombo-Ecuatoriana-Peruana.

En la zona de estudio no se encontraron indicadores de fallas, pero se define la Falla Guamuez por ser la prolongación de la estructura del mismo nombre que aparece en áreas vecinas. 5.2.1.1 Falla Guamuez Ingeominas & Geoestudios (2000b), en la Plancha 448 – Monopamba, cartografiaron la estructura denominada Falla Guamuez con dirección N45°W, paralela al curso del río Guamuez. Núñez (2003) considera que esta estructura podría tratarse de una falla de rumbo y que su trazo está marcado entre el sitio en donde el río emerge de la Cordillera Oriental y se prolonga unos 10 km en dirección NW; agrega que en la parte norte de la Formación Guamuez está elevado varios metros con respecto a la parte sur y que “además del curso rectilíneo del río, se aprecia un ligero desplazamiento siniestral.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Geomorfología

Las unidades geomorfológicas del área son el resultado de la interacción de procesos acumulativos, denudativos estructurales y climáticos que, sumados a la composición litológica del subsuelo, determinan las formas del relieve. El municipio tiene en su relieve una topografía plana u ondulada.

Los estudios geomorfológicos del área muestran la diferenciación de cuatro (4) unidades mayores (paisajes) que dominan la región amazónica colombiana y que se hacen presentes en el municipio de Puerto Asís. Ellos son: paisaje de origen estructural lomerío, paisaje de origen denudativo, paisaje de terrazas y paisaje de la llanura amazónica

Montañas Denudas (Md): Unidad de paisaje constituida por cuarzodioritas, granodioritas y cuarzomonzonitas, cuya ladera estructural y erosiona tiende a ser regular y moderadamente disectada debido a la uniformidad y dureza de las rocas que la conforman.

Unidad de Crestones Escalonados (Ucre): Presenta un paisaje monoclinal constituidos por estratos alternos de diferente consistencia, en este caso arcillolitas y lodolitas con conglomerados y areniscas del terciario. Estas se encuentran dispuestas en una ladera estructural con un patrón escalonado de crestones paralelos alargados, con escarpes abruptos en la contrapendiente y separados por depresiones igualmente paralelas, prolongándose linealmente siguiendo un rumbo más o menos rectilíneo.

Laderas Coluviales (Le): Son formas del relieve que se originan en pendientes topográficas fuertes, donde el material arrancado es depositado en las partes bajas de laderas por acción gravitacional e hidrogravitacional principalmente. El drenaje superficial es ausente, el perfil del suelo es delgado, presentándose saturación en los materiales heterogéneos que los componen.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Colinas (C): En el área Corresponde al relieve de la parte baja de las unidades de cresta, producto de la acción de procesos denudativos y modelados por erosión hídrica y fenómenos de remoción en masa.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Ensayos de campo y de laboratorio

Procedimiento del ensayo de penetración estándar (SPT)

Se adecua el área donde se van a realizar las exploraciones, quitando material vegetal y/o escombros, después que haya avanzado la perforación hasta la profundidad deseada y que se haya limpiado en tal forma que se garantice que el material por ensayar no se encuentra alterado, se prepara el muestreo con la secuencia de operaciones que se indica a continuación:

Se conectó el tubo partido a la tubería de perforación y se bajó dentro del hueco, dejándolo caer suavemente, sin permitir que se introduzca dentro del suelo que va a ser muestreado.

Se colocó el martillo en posición y se instaló el cabezote en la parte superior de la tubería de perforación.

Se dejó en reposo el peso muerto del muestreador, tubería y cabezote, sobre el fondo del hueco y se aplicó un golpe de asentamiento.

Se marcó el extremo superior de la tubería de perforación en tres incrementos sucesivos de 0.15 m (6") de manera que el avance del muestreador bajo el impacto del martillo, pueda ser observado fácilmente para cada incremento de 0.15m (6").

Se hinco el muestreador con golpes del martillo de 63.5kg (140 lb), con caída de 0.76 m (30"); se contó el número de golpes aplicados a cada incremento de 0.15 m (6"), hasta cuando ocurra una de las siguientes condiciones:

Que se haya aplicado un total de 50 golpes en cualquiera de los tres incrementos de 0.15 m (6").

Que se haya aplicado un total de 100 golpes para 0.30 m (12").

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Que no se observe avance del muestreador mediante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.

Que el muestreador avance 0.45 m (18") completos, sin alcanzar las cuentas límites de golpes, descritas anteriormente.

Se registró el número de golpes requeridos para efectuar cada 0.15 m (6") de penetración o de la fracción correspondiente. Se considero que los primeros 0.15 m (6") son para una penetración de asentamiento. La suma del número de golpes requeridos para el segundo y tercer avance de 0.15 m (6") de penetración, se llama la "resistencia a la penetración normal" o “valor N". Si el muestreador se introduce menos de 0.45 m (18"), el número de golpes para completar cada incremento de 0.15 m (6") y para cada incremento parcial deberá anotarse en el registro de la perforación.

En las exploraciones se registraron las condiciones estratigráficas del subsuelo y se recuperaron simultáneamente muestras representativas a diferentes profundidades. Para la ejecución de los trabajos en el muestreo e identificación de materiales del subsuelo, se hace uso de las directrices y la normatividad adecuada; una investigación consistente y procedimientos convenientes de muestreo del suelo, facilitan la correlación de los respectivos datos con propiedades ingenieriles del suelo tales como plasticidad, peso unitario, resistencia, gradación.

Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras obtenidas en campo, se realizaron ensayos de laboratorio necesarios para realizar la caracterización geomecánicas y de esta manera poder obtener los parámetros de diseño, para las estructuras involucradas en el proyecto. En los anexos se consigna todos los reportes de los ensayos de laboratorio efectuados.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Determinación del contenido de humedad

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso seco.

Una masa de suelo tiene tres constituyentes: las partículas sólidas, el aire y el agua. En los suelos que consisten en partículas finas, la cantidad de agua presente en los poros tiene un marcado efecto en las propiedades de los mismos.

Teniendo en cuenta lo anterior se debe tener cuidado con la presencia del nivel freático cercano a la superficie, porque puede crear problemas a través del tiempo.

Para determinar la humedad natural del suelo en laboratorio es preciso conocer su peso cuando es sacado in-situ que se encuentra húmedo w_{nat} y su masa cuando se encuentra completamente seca la misma masa de suelo w_d.

$$\omega(\%) = \frac{w_{nat} - w_d}{w_d} 100$$

Granulometría

Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo.

Solamente en suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por tamices, la distribución por tamaños puede revelar algo de lo referente a las propiedades físicas del material; más aún en esos suelos gruesos, ha de indicarse que el comportamiento mecánico e hidráulico está principalmente definido por la compacidad de los granos y su orientación.

De acuerdo a lo anterior tenemos que los suelos pueden ser gruesos o finos según el porcentaje que pasa en la malla No. 200 tomada como límite.

Si el porcentaje retenido es > 50 % el suelo es grueso.

Si el porcentaje retenido es < 50 % el suelo es fino.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Clasificación de los suelos

Teniendo en cuenta que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, se han desarrollado algunos métodos para la clasificación de los mismos. En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación de los suelos, en estudio para diseño de pavimentos de carreteras son el de la AASHTO y el sistema unificado S.U.C.S.

La clasificación unificada de suelos S.U.C.S., divide los suelos de grano grueso, grano fino y suelos orgánicos. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en el tamiz No. 200 y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz, también la clasificación se hace con la carta de plasticidad. Y se fundamentan en los parámetros de límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP).

Según la clasificación de la AASHTO, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8; en donde los suelos granulares, son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa por el tamiz No. 200; estos suelos forman los grupos A-1, A-2, y A-3; y los suelos finos limo arcillosos, son los que contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz No. 200, estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6, y A-7.

Determinación limite liquido

El límite líquido es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

La ecuación para calcular el límite liquido por el método por un punto el cual es aplicable cuando la humedad de la muestra a ensayar registra entre 20 y 30 golpes con la máquina de Casagrande.

$$LL = \left(\frac{N}{25}\right)^{tg\ b} \omega_n$$

Donde:

LL= Límite Líquido

tg b= pendiente de la curva de flujo en escala logarítmica (0.121)

N= número de golpes entre 20 y 30.

ω_n= humedad del suelo (%) correspondiente al rango de 20 a 30 golpes

Determinación limite plástico

El límite plástico se define como la mínima cantidad de humedad con la cual suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desborona miento. Para contenidos de humedad mayores que el límite plástico se presenta una caída muy pronunciada en la estabilidad del suelo.

Determinación de peso unitario suelo

El peso unitario de un suelo es una propiedad física fundamental que indica la relación entre el peso y el volumen del material, incluyendo o excluyendo el agua presente en sus vacíos. Se expresa comúnmente en kN/m³ o g/cm³ y se determina en laboratorio o en campo mediante diversos métodos.

Para este caso La determinación del peso unitario del suelo se realizó a partir de muestras inalteradas obtenidas mediante el uso del tubo Shelby, siguiendo los lineamientos establecidos por la norma ASTM D2937. Se extrajeron muestras inalteradas del suelo utilizando un tubo Shelby, el cual fue introducido en el terreno por presión manual. Este procedimiento se llevó a cabo con el fin de preservar las características estructurales y de humedad del suelo.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Una vez extraída la muestra, se procedió a sellar ambos extremos del tubo con cera y tapas plásticas, a fin de evitar pérdidas de humedad durante su transporte al laboratorio.

En el laboratorio, se extrajo cuidadosamente una sección representativa de la muestra del tubo Shelby, procurando no alterar su forma ni estructura. Se midieron con precisión las dimensiones de la muestra (diámetro y longitud) utilizando un calibrador y una regla metálica, con el fin de calcular su volumen.

La muestra fue pesada en una balanza de precisión para obtener su masa húmeda. Luego, se utilizó la fórmula:

$$\gamma_h = \frac{W_h}{V}$$

Donde:

γ_h =Peso unitario húmedo (kN/m^3)

W_h =Peso húmedo de la muestra (N)

V= Volumen de la muestra (m^3)

Una porción representativa de la muestra fue colocada en un horno a 105 ± 5 °C durante un período mínimo de 24 horas, hasta alcanzar peso constante para posteriormente calcular el contenido de humedad.

Con el contenido de humedad obtenido, se calculó el peso unitario seco con la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + w}$$

Explicadas los procedimientos de cada uno de los trabajos de campo y ensayo de laboratorio a continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los sondeos

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 2. Tabla resumen de resultados sondeo No.1.

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°1

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA — Fecha: 13/09/2025 — Coordenadas: Latitud: 0.667108° / Longitud: -76.864873°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE. — Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo del suelo		Parametros para clasificacion del suelo						γh	Contenido de Humedad	SPT
Profundidad (metros)	Perfil Estratigrafico			Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario		N de campo
				No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20			Registro de campo: No SPT									N/A
0,40		Nivel freatico a 0,40 metros										
0,60			Registro de campo: No SPT									N/A
0,80												
1,00												
1,20	M 1	Arena limosa color gris claro con betas blancas y habanas, consistencia blanda y humedad alta. Presencia de materia organica.	Registro de campo: 2-2-3	99,05	34,34	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	25,79%	5
1,40												
1,60			Registro de campo: 2-3-2									5
1,80												
2,00			Registro de campo: 2-2-3									5
2,20												
2,40			Registro de campo: 7-9-9									18
2,60												
2,80												
3,00	M 2	Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, muestra de consistencia media y humedad media.	Registro de campo: 2-7-6	97,3	29,3	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	17,81%	13
3,20												
3,40			Registro de campo: 7-5-7									12
3,60												
3,80												
4,00			Registro de campo: 2-2-4									6
4,20												
4,40	M 3	Arena limosa color café oscura, consistencia media blanda, humedad media alta.	Registro de campo: 3-3-9	93,6	37,0	0,00	0,00	0,00	SC	17,40	24,36%	12
4,60												
4,80			Registro de campo: 6-4-6									10
5,00												
5,20			Registro de campo: 7-7-10									17
5,40												
5,60			Registro de campo: 8-9-8									17
5,80												
6,00			Registro de campo: 10-11-13									24
		Fin sondeo										

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 3. Tabla resumen de resultados sondeo No.2.

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°2

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA — Fecha: 13/09/2025 — Coordenadas: Latitud: 0.667151° / Longitud: -76.864907°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE. — Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo del suelo		Parametros para clasificacion del suelo						γh	Contenido de Humedad	SPT
Profundidad (metros)	Perfil Estratigrafico			Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario		N de campo
				No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20												
0,40			Registro de campo: No SPT									N/A
0,60		Nivel freatico a 0,60 metros										
0,80			Registro de campo: No SPT									N/A
1,00												
1,20		M 1 Arena limosa color café con betas grises, consistencia media y humedad media.	Registro de campo: 1-1-1	99,44	34,11	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	26,76%	2
1,40												
1,60			Registro de campo: 1-1-1									2
1,80												
2,00			Registro de campo: 1-2-4									6
2,20												
2,40			Registro de campo: 4-4-5									9
2,60												
2,80												
3,00		M 2 Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, consistencia media y humedad media.	Registro de campo: 6-8-9	99,4	38,1	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	22,31%	17
3,20												
3,40			Registro de campo: 4-5-8									13
3,60												
3,80												
4,00			Registro de campo: 6-4-5									9
4,20												
4,40		M 3 Arena limosa color café oscuro, consistencia media blanda y humedad media alta.	Registro de campo: 2-3-3	93,3	37,3	0,00	0,00	0,00	SC	17,40	23,38%	6
4,60												
4,80			Registro de campo: 4-6-8									14
5,00												
5,20			Registro de campo: 13-11-12									23
5,40												
5,60			Registro de campo: 11-12-12									24
5,80												
6,00			Registro de campo: 13-13-12									25
		Fin sondeo										

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 4. Tabla resumen de resultados sondeo No.3.

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°3

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA — Fecha: 13/09/2025 — Coordenadas: Latitud: 0.667196° / Longitud: -76.864883°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE. — Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo del suelo		Parametros para clasificacion del suelo						γh	Contenido de Humedad	SPT
Profundidad (metros)	Perfil Estratigrafico			Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario		N de campo
				No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20												
0,40			Registro de campo: No SPT									N/A
0,60												
0,80		Nivel freatico a 0,90 metros	Registro de campo: No SPT									N/A
1,00												
1,20	M 1	Arena limosa color habana con tonalidad gris claro, consistencia blanda y humedad media.	Registro de campo: 1-1-1	98,34	64,50	0,00	0,00	0,00	CL	17,10	23,64%	2
1,40												
1,60			Registro de campo: 1-1-3									4
1,80												
2,00			Registro de campo: 2-2-3									5
2,20												
2,40			Registro de campo: 2-5-3									8
2,60												
2,80												
3,00	M 2	Limo de alta plasticidad, color gris claro con tonalidades cafes claras, consistencia blanda y humedad media	Registro de campo: 4-3-4	99,2	35,7	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	69,27%	7
3,20												
3,40			Registro de campo: 5-5-7									12
3,60		Fin sondeo										

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Plan de exploración geotécnico

Para el proyecto se diseñó un plan de exploración geotécnico conforme a los lineamientos establecidos en el Título H de la Norma Colombiana de Construcción Sismorresistente NSR-10 (2010), específicamente en lo relacionado con los requisitos mínimos de investigación del subsuelo.

Con el objetivo de cumplir con la normativa sismorresistente vigente en Colombia, la elección del plan de exploración se realizó con base en lo establecido en el Título H de dicha norma.

Tabla 5. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: NSR, 2010.

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

Ingeniería y Servicios S.A.S

Como es una estructura de dos niveles o pisos, el proyecto se clasifica como categoría baja.

Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Fuente: NSR, 2010.

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

Teniendo en cuenta lo anterior, para el desarrollo del presente proyecto se llevaron a cabo tres exploraciones de campo a una profundidad de 6.00 metros. Durante estas perforaciones se

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

aplicó el ensayo de penetración estándar (SPT), con el propósito de obtener información detallada sobre las condiciones del subsuelo y sus propiedades geotécnicas.

Las exploraciones fueron distribuidas de forma estratégica dentro del área de construccion.

Tabla 7. Exploraciones de campo realizada para el proyecto.

Tipo de exploracion	Numero	Profundidad (m)
Sondeo	1	6.00
Sondeo	2	6.00
Sondeo	3	3.60

Nota: Tabla con exploraciones realizada para el sitio donde se plantea ejecutar el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Descripción del perfil estratigráfico

El predio ubicado en el barrio La Esperanza (municipio de Orito, Putumayo) presenta, en los sondeos investigados, una secuencia litológica dominada por arenas con aportes significativos de finos (clasificación SUCS SC: arena arcillosa), con una única presencia notable de arcilla de baja plasticidad (CL) en el Sondeo 3. En general las unidades muestreadas se extienden desde la superficie hasta 6,00 m de profundidad y muestran contenidos de humedad moderados a elevados (valores típicos entre ~17 % y 69 % en la muestra con mayor humedad) y pesos unitarios húmedos cercanos a 17,1–17,4 kN/m³. El potencial de expansión informado para todas las capas es bajo.

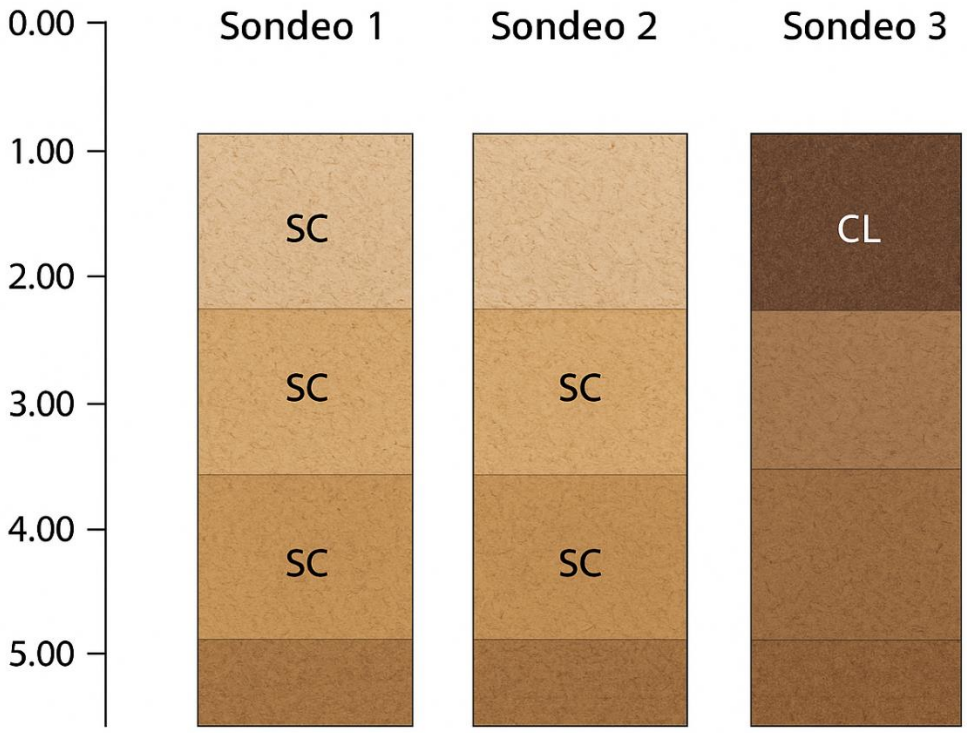
En el Sondeo 1 se identifican tres estratos: desde 0,30 m hasta 2,60 m (Estrato 1) se registra una arena arcillosa (SC) con 99,05 % que pasa el tamiz No.4 y 34,34 % que pasa el No.200, lo que indica una fracción de finos significativa; contenido de humedad 25,79 % y peso unitario húmedo 17,10 kN/m³. El segundo estrato (2,60–3,80 m) mantiene la misma clasificación SC con 97,27 % / 29,25 % (No.4 / No.200) y humedad 17,81 %. El tercer estrato (3,80–6,00 m) es igualmente SC con 93,63 % / 37,02 % y humedad 24,36 %. Estos porcentajes de paso por tamiz sugieren arenas con cantidades apreciables de limos/arcillas finas (fines entre ~29–37 %), lo que coincide con la clasificación como arena arcillosa.

En el Sondeo 2 también se observaron tres estratos de tipo SC: el primero aflora en superficie (0,00–2,20 m) con 99,44 % / 34,11 % (No.4 / No.200) y humedad 26,76 %; el segundo (2,20–4,00 m) con 99,43 % / 38,06 % y humedad 22,31 %; y el tercero (4,00–6,00 m) con 93,28 % / 37,27 % y humedad 23,38 %. La continuidad en valores altos de paso por el tamiz No.4 y fracciones de finos en torno al 34–38 % indican un paquete de arenas con contenido de limos relativamente homogéneo a lo largo del perfil.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

El Sondeo 3 muestra en su capa superficial (0,00–2,00 m) una arcilla de baja plasticidad (CL) con 64,50 % que pasa ambos tamices (No.4 y No.200), lo que evidencia una marcada predominancia de partículas finas; contenido de humedad 23,64 % y peso unitario húmedo 17,10 kN/m³. Por debajo, entre 2,00 m y 3,60 m aparece un estrato clasificado como SC con 35,75 % que pasa el No.200 (menos finos que en los otros sondeos) pero con un contenido de humedad inusualmente alto (69,27 %), lo que sugiere condiciones cercanas a la saturación o la presencia de un material muy húmedo/organógeno o con elevados poros ocupados por agua localmente.

Imagen 5. Esquema ilustrativo de perfil estratigráfico predominante del predio. Fuente: Elaboración propia.



A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados para cada uno de los sondeos.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 8. Resumen de resultados de laboratorio a suelos.

SONDEO N°	No. ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	% PASA		LIMITES DE ATTERBERG			CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO UNITARIO HÚMEDO (kN/m^3)
			No. 4	No. 200	LL (%)	LP (%)	IP		
1	1	0,30m - 2,60m	99,05	34,34	NL	NP	NP	25,79%	17,10
	2	2,60m - 3,80m	97,27	29,25	NL	NP	NP	17,81%	17,10
	3	3,80m - 6,00m	93,63	37,02	NL	NP	NP	24,36%	17,40
2	1	0,00m - 2,20m	99,44	34,11	NL	NP	NP	26,76%	17,10
	2	2,20 m - 4,00 m	99,43	38,06	NL	NP	NP	22,31%	17,10
	3	4,00m - 6,00m	93,28	37,27	NL	NP	NP	23,38%	17,40
3	1	0,00m - 2,00m	64,50	64,50	NL	NP	NP	23,64%	17,10
	2	2,00 m - 3,60 m	35,75	35,75	NL	NP	NP	69,27%	17,10

Nota: Se presenta tabla de resultados obtenidos en los laboratorios realizados a cada uno de los estratos encontrado en los sondeos. Fuente: Elaboración propia.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Nivel freático

Una vez terminados los trabajos de perforación en campo, hasta la profundidad explorada se observó presencia de N F, en las siguientes exploraciones:

Tabla 9. Ubicación de nivel freático en exploraciones de campo.

Tipo de exploracion	Numero	Profundidad (m)	Profundidad en la que se encuentra el N.F (m)
Sondeo	1	6.00	0.40
Sondeo	2	6.00	0.60
Sondeo	3	3.60	0.90

Nota: Ubicación de nivel freático en las exploraciones. Fuente: Elaboración propia.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Análisis de suelos especiales

Suelos expansivos

Consideraciones generales

El fenómeno de expansión en suelos arcillosos está directamente relacionado con su mineralogía, los límites de Atterberg y el contenido de humedad natural. En suelos clasificados como arcillas de alta plasticidad (CH), el riesgo de presentar expansión significativa es elevado, dado que estos materiales poseen una gran capacidad de absorción de agua y cambios volumétricos asociados

Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos.

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

Nota: Criterios de laboratorio más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos. Fuente: Norma sismorresistente colombiana, 2010.

Resultados de laboratorio

Con base en los resultados de laboratorio, los suelos presentes en el área de estudio corresponden principalmente a arenas arcillosas (SC) y en menor proporción a arcillas de baja plasticidad (CL). Los análisis de límites de Atterberg arrojaron resultados NL (No Líquido) y NP (No Plástico), lo que confirma que las muestras carecen de plasticidad significativa. En consecuencia, no se identificaron índices de plasticidad (IP), lo cual descarta la presencia de arcillas expansivas.

El contenido de humedad natural se encuentra en un rango entre 17 % y 27 %, salvo un valor atípico de 69 % en un estrato puntual (posiblemente asociado a saturación localizada o

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

error de muestreo). Los pesos unitarios húmedos varían entre 17,1 y 17,4 kN/m³, valores normales para suelos granulares con fracciones finas.

De acuerdo con la clasificación obtenida y el resultado reportado por el laboratorio como "Potencial de expansión: Bajo", se concluye que los materiales presentes no representan riesgo significativo de hinchamiento. La ausencia de plasticidad, sumada a los contenidos de humedad y al tipo de suelo identificado, permiten descartar un comportamiento expansivo que comprometa la estabilidad de las cimentaciones o estructuras proyectadas.

Tabla 11. Clasificación de suelos expansivos de acuerdo con los límites de Atterberg.

SONDEO N°	No. ESTRATO	CLASIFICACION SUSC	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES DE ATTERBERG			CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
				LL (%)	LP (%)	IP		
1	1	SC	0,30m - 2,60m	NL	NP	NP	25,79%	Bajo
	2	SC	2,60m - 3,80m	NL	NP	NP	17,81%	Bajo
	3	SC	3,80m - 6,00m	NL	NP	NP	24,36%	Bajo
2	1	SC	0,00m - 2,20m	NL	NP	NP	26,76%	Bajo
	2	SC	2,20 m - 4,00 m	NL	NP	NP	22,31%	Bajo
	3	SC	4,00m - 6,00m	NL	NP	NP	23,38%	Bajo
3	1	CL	0,00m - 2,00m	NL	NP	NP	23,64%	Bajo
	2	SC	2,00 m - 3,60 m	NL	NP	NP	69,27%	Bajo

Suelos licuables

El fenómeno de licuación se presenta en suelos granulares saturados cuando, debido a la aplicación de cargas dinámicas como sismos, el aumento de presión intersticial reduce significativamente la resistencia al corte del suelo, llevándolo a comportarse como un fluido. Este fenómeno puede generar asentamientos diferenciales, pérdida de capacidad portante y fallas en las cimentaciones y estructuras apoyadas sobre dichos depósitos.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

El presente capítulo analiza la susceptibilidad de los suelos encontrados en el área de estudio a sufrir licuación, a partir de los resultados de los ensayos de campo (SPT) y los parámetros granulométricos y de estado de humedad disponibles.

Con base en la literatura técnica (Seed & Idriss, 1971; Idriss & Boulanger, 2008; NTC-2017), los suelos con mayor susceptibilidad a la licuación cumplen las siguientes condiciones:

Suelos granulares con granulometría correspondiente a arenas finas a medianas, limos arenosos no plásticos o arenas limosas.

La licuación de suelos se presenta principalmente en depósitos arenosos sueltos, saturados y con bajo contenido de finos. En el área de estudio, los estratos predominantes corresponden a arenas arcillosas (SC) con porcentajes de finos que varían entre 29 % y 38 %, mientras que en el Sondeo 3 se reporta un estrato superficial CL con 64,5 % de finos.

El hecho de que las muestras se cataloguen como No Plásticas (NP) sugiere que los finos presentes corresponden a limos o arcillas de muy baja plasticidad, lo cual puede incrementar la susceptibilidad a fenómenos de licuación en condiciones de saturación. Sin embargo, es importante señalar que el contenido de finos superior al 30 % en la mayoría de los estratos tiende a reducir significativamente la posibilidad de licuación frente a arenas limpias

El proyecto contempla la construcción de unos filtros o subdrenes que garantizaran un eficiente drenaje, evitando la saturación del material y disminuyendo la amenaza por el fenómeno de licuación.

.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Capacidad portante

Los parámetros geo-mecánicos de resistencia al corte se estimaron a partir de un análisis de los resultados de laboratorio y las correlaciones existentes en la literatura técnica asociadas con el ensayo de penetración estándar SPT. Se desarrollará la metodología propuesta por BOWLES (1996) en el libro "Foundation Analysis and Design".

Ncrr=N* Cn* n1* n2* n3* n4

Ncrr = valor de N corregido.

N = valor de N de campo.

Cn = factor de corrección por confinamiento efectivo.

n1 = factor por energía del martillo ($0.45 \leq h1 \leq 1$).

n2 = factor por longitud de la varilla ($0.75 \leq h2 \leq 1$).

n3 = factor por revestimiento interno de toma muestras ($0.8 \leq h3 \leq 1$).

n4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5'", = 1.15 para D=8").

Se ha estandarizado a un esfuerzo vertical de referencia como función del parámetro Rs, en el documento realizado en el año 1999 por Álvaro Gonzales, "X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería":

σ_{vr}'= 1 kg/cm^2 $\approx$ 1 atmosfera = 101,325 pascales=Pa

Rs= σ_{vr}'/Pa

Obtenemos la corrección por confinamiento Cn con la fórmula que plantea Seed- Idriss (Macuson)

Si Rs <= 1 K = 1.41

Si Rs >= 1 K = 0.92

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Cn=1-K*log (Rs)

Calculamos el N45, N55 y N60, con su respectiva variación de energía mediante la siguiente formula:

$N_1 * E_{r1} = N_2 * E_{r2}$

Se obtiene el valor de ángulo de fricción efectivo (Ø') con la fórmula propuesta por Japan Road Bureau (1984, 1999). Estas fórmulas trabajan con la relación de energía para Colombia N45:

$$\emptyset' eq = 15 + (9.375 * N1_{45})^{0.5}$$

Tabla 12. Parámetros geo mecánicos para cálculo de capacidad portante

Peso unitario húmedo (kN/m3)	Angulo de fricción (°)	Cohesión no drenada o total Cu (kPa)
17.10	29.98	0

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de capacidad de carga se realizará mediante las teorías planteadas por Terzaghi y por Meyerhof.

Terzaghi (1943) presento una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de las cimentaciones superficiales circulares, cuadradas y corridas. A continuación, se presenta la formula planteada:

$q_u = q_{ult} = cN_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma$

Donde:

c: Cohesión no drenada

q= γDf esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

ɣ= peso específico del suelo

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

B= Ancho de la cimentación (=diámetro para una cimentación circular)

Nc,Nq,Nɣ= factores de capacidad de carga adimensionales y en función del ángulo de fricción.

La teoría que planteo Meyerhof (1963), complementa lo planteado por Terzaghi, incluyendo el análisis para cimentaciones rectangulares, la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo arriba del fondo de la cimentación y el análisis de cargas inclinadas sobre la cimentación. La fórmula que planteo Meyerhof es la siguiente:

$$q_u=q_{ult} = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Donde:

c: Cohesión no drenada

q= γDf esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

ɣ= peso específico del suelo

B= Ancho de la cimentación (=diámetro para una cimentación circular)

Fcs,Fqs,Frs= factores de forma

Fcd,Fqd,Fɣd= factores de profundidad

Fci,Fqi,Fɣi= factores de inclinación de la carga

Nc,Nq,Nɣ= factores de capacidad de carga

Los cálculos detallados de los parámetros geo mecánicos y capacidad portante a diferentes profundidades para cada uno de los sondeos, se encuentran en los anexos del presente informe.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Modulo elástico

El módulo de elasticidad o de rigidez (E) axial está definido como la relación entre la presión aplicada (q) y la deformación unitaria vertical (εv) asociada a la aplicación de una carga, entonces tenemos:

$$E=\frac{q}{\varepsilon_v} \qquad E=\frac{\Delta L}{L}$$

Conforme la tabla 5-6 de Bowles (1996), y la AASHTO (1996) en la Geotechnical Engineering circular N°5 de la FHWA (2002) y el NHI (2016), el módulo de elasticidad (E) es igual a:

Bowles (1996): Limos, limos arenosos y limos arcillosos

E=300* (N55+6)

AASHTO (1996): Limos, arenas limosas, suelos poco cohesivos y mezclas.

E=400*N60

En el anexo de las memorias del cálculo Ncorregido, se calcula el módulo de elasticidad de acuerdo con las metodologías anteriormente descritas. Se presenta cuadro resumen del módulo de elasticidad para cada estrato que se encontró en las exploraciones de campo.

Tabla 13. Cuadro resumen con promedios de resultado de módulo de elástico

Material	Profundidad		N_{60} promedio	E (kPa)
	Inicio (m)	Final (m)		
SC	0.00	6.00	6.80	2720

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Asentamientos elásticos

El asentamiento inmediato consiste en una distorsión elástica, asociado con el cambio de forma y de volumen, en los cuales se puede aplicar la teoría elástica para la determinación de los asentamientos inmediatos, Según Bowles (1982) citado por Das, (2001), el asentamiento inmediato para un cimiento flexible, en un medio elástico, se expresa en la siguiente ecuación:

$$\rho_i = S_e = qB\frac{(1-\mu^2)}{E_s}\left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu}\right)I_F$$

Donde:

q: Presión de contacto en la base.

B: Ancho de la cimentación en la esquina o B/2 en el centro.

L: Largo de la cimentación en la esquina o L/2 en el centro.

μ: Relación de Poisson.

Es: Modulo elástico del suelo.

IF: Factor de influencia que depende de L/B, del espesor del estrato H, y la profundidad de empotramiento.

$$I_1 = \frac{1}{\pi}\left[M\ ln\frac{\left(1+\sqrt{1+M^2}\right)\sqrt{M^2+N^2}}{M\left(1+\sqrt{1+M^2+N^2}\right)} + ln\frac{\left(M+\sqrt{1+M^2}\right)\sqrt{1+N^2}}{M+\sqrt{1+M^2+N^2}}\right]$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi}\ tan^{-1}\left(\frac{M}{N\left(\sqrt{1+M^2+N^2}\right)}\right), \qquad donde\ M = \frac{L}{B}\ , N = \frac{H}{B}$$

Explicada la metodología para el cálculo de los asentamientos inmediatos, se procede a realizar un cálculo estimado de los asentamientos elásticos que pueden presentarse en cada una de las estructuras.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 14. Cálculo de asentamientos elásticos o inmediatos

ESQUINA DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	5011
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0202
ρi (centímetros)	2,02
ρi (milímetros)	20,2

CENTRO DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	5011
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0101
ρi (centímetros)	1,01
ρi (milímetros)	10,1

Los asentamientos inmediatos se encuentran por debajo de los 2.54 cm, y **cumplen** con los rangos aceptados como lo indica la siguiente tabla

Tabla 15. Rangos aceptables de asentamientos inmediatos máximos.

ASENTAMIENTOS [cm]	CALIFICACIÓN
Menor que 1.00 cm	Muy segura, cumple
Entre 1.00 cm a 1.50 cm	Seguro, cumple
Entre 1.50 cm a 2.00 cm	Moderadamente seguro, cumple
Entre 2.00 cm a 2.54 cm	Poco seguro, cumple

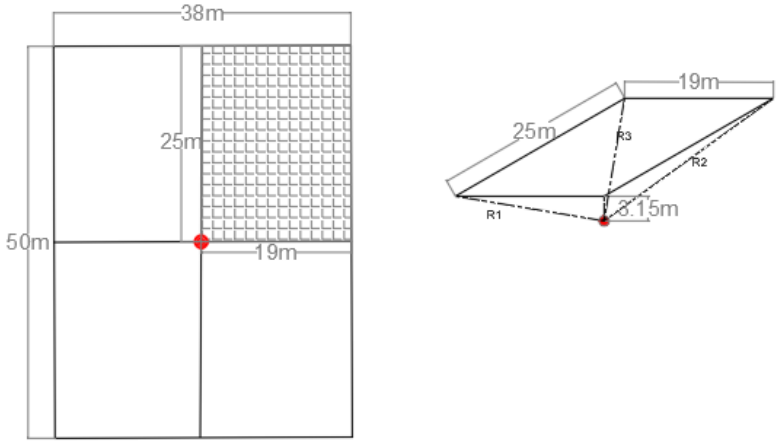
Nota: Asentamientos inmediatos máximos permitidos. Fuente: Norma sismorresistente colombiana, 2010.

Asentamientos totales

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Los asentamientos por consolidación se calculan aplicando la metodología de Holl. Esta metodología aplica para zonas rectangulares cargadas uniformemente, solo se aplica para los asentamientos esquineros, es por eso que, se divide en cuatro (4) partes el área. Como se indica a continuación:

Imagen 6. Ejemplo cálculo de asentamientos para una zona rectangular cargada uniformemente.



Fórmula para cálculo de asentamientos por consolidación para arcillas normalmente consolidadas:

$$S_c = \frac{Cc}{1+e_o} * H_o * \log(\frac{\sigma_o + \Delta_{\sigma_T}}{\sigma_o})$$

Incremento de esfuerzo para la cuarta parte del área.

$$\Delta_{\sigma z} = \frac{q_o}{2\pi} * \tan^{-1}(\frac{L_1 * B_1}{z * R3}) + ((\frac{L_1 * B_1 * z}{R3}) * (\frac{1}{R1^2} + \frac{1}{R2^2}))$$

$$\Delta_{\sigma z} = \frac{7.57}{2\pi} * \tan^{-1}(\frac{0.6 * 0.6}{1.5 * 1.72}) + ((\frac{0.6 * 0.6 * 1.5}{1.72}) * (\frac{1}{1.62^2} + \frac{1}{1.62^2}))$$

$$\Delta_{\sigma z} = 0.456 \ \frac{ton}{m^2}$$

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Se multiplica por cuatro para obtener el incremento de esfuerzos total del área rectangular cargada:

$$\Delta_{\sigma T} = 0.456 \frac{ton}{m^2} * 4 = 1.824 \frac{ton}{m^2}$$

Para arcillas normalmente consolidada, el asentamiento por consolidación es:

$$S_c = \frac{Cc}{1 + e_o} * H_o * \log(\frac{\sigma_o + \Delta_{\sigma T}}{\sigma_o})$$

$$S_c = \frac{0.11}{1 + 1.3} * 3.3 * \log(\frac{2.71 + 1.824}{2.71})$$

$$S_c = 0.035\, m = 3.5\, cm$$

Los límites de asentamientos totales a 20 años calculados, según la NSR-10, son los siguientes:

(a) Para construcciones aisladas: 30 cm, siempre y cuando no se afecte la funcionalidad de las conducciones de servicios y los accesos a la construcción.

(b) Para construcciones entre medianeros: 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

Por lo tanto, los asentamientos elásticos más los de consolidación, son menores a los máximos establecidos, se cumple.

(Se + Sc) < 15 cm

3.8 cm < 15 cm

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Asentamientos diferenciales

La capacidad de carga admisible de un suelo suele determinarse mediante dos métodos: el límite último y el límite de servicio, eligiendo la menor de ambas como capacidad admisible. Nos enfocaremos en este último límite en esta ocasión.

Este criterio puede resultar un tanto ambiguo, ya que, si la estructura se asienta de manera uniforme en todos los puntos de la cimentación, es posible que no experimente daños incluso si se excede el límite de asentamiento establecido. Por el contrario, una diferencia significativa en los asentamientos entre cimentaciones cercanas podría provocar daños en la estructura, aun cuando los valores de 2,5 o 5 cm no sean superados

Por esta razón, las regulaciones actuales dan mayor relevancia a los límites de asentamientos diferenciales de las cimentaciones, ya que es un parámetro que ejercen una mayor influencia en la integridad de las estructuras.

A continuación, procederemos a brindar una breve descripción de cada uno de estos conceptos:

El asiento diferencial se define como la máxima disparidad en el hundimiento entre dos puntos arbitrarios de la cimentación, y se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$AD_{1-2} = S_1 - S_2$$

Donde:

AD_{1-2}: Representa el asiento diferencial entre los puntos de cimentación 1 y 2.

S_1: Indica el asiento en el punto 1 de la cimentación, generalmente correspondiente al máximo hundimiento de la cimentación.

S_2: Indica el asiento en el punto 2 de la cimentación, usualmente asociado al mínimo hundimiento de la cimentación.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

En términos de seguridad, comúnmente se supone que un punto de la estructura experimenta un hundimiento máximo, mientras que el otro punto experimenta un hundimiento nulo o mínimo.

Como anexo al presente documento se calcula el asiento diferencial para la estructura, determinando los asientos máximos y garantizar que no se produzcan daños o patologías estructurales.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Empujes laterales

Los coeficientes de presiones laterales se evalúan dependiendo su modo de actuar, la metodología de cálculo utilizada es la propuesta por Coulomb como se indica a continuación:

Coeficiente Activo:

$$k_a = \frac{1 - sen(\emptyset)}{1 + sen(\emptyset)} = \frac{1 - sen(29.98)}{1 + sen(29.98)} = 0.336$$

Coeficiente Pasivo:

$$k_p = \frac{1 + sen(\emptyset)}{1 - sen(\emptyset)} = \frac{1 + sen(29.98)}{1 - sen(29.98)} = 2.997$$

Coeficiente Reposo:

$$k_o = 1 - sen(\emptyset) = 1 - sen(29.98) = 0.500$$

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Evaluación sismicidad de la zona

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, en su Título A, "Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente", establece la necesidad de clasificar el perfil de suelo de un sitio para determinar los parámetros sísmicos de diseño. Esta clasificación es crítica, ya que las características del subsuelo tienen una influencia significativa en la respuesta de las estructuras ante un evento sísmico, pudiendo amplificar las ondas de manera diferencial según la rigidez y el tipo de suelo presente.

Este capítulo describe el procedimiento y los resultados obtenidos para la clasificación del tipo de perfil de suelo de la zona de estudio, de acuerdo con las disposiciones del literal A.2.4-1 de la NSR-10. La clasificación se basa en las propiedades geotécnicas de los primeros 6.00 metros del subsuelo, obtenidas a partir de los ensayos de campo y laboratorio realizados.

Metodología para la Clasificación del Perfil de Suelo

Según el literal A.2.4-1 de la NSR-10, la clasificación del tipo de perfil de suelo se realiza con base en uno de los siguientes parámetros, tomados en los primeros 6.00 metros (H=6.00 m) del perfil estratigráfico:

Velocidad promedio de la onda de corte (**Vs**)

Número promedio de golpes del Ensayo de Penetración Estándar (**N_{SPT}** o **N_{60}**)

Resistencia al corte no drenado promedio (**Su**) para suelos cohesivos

Para la presente evaluación, se utilizará principalmente el **Número promedio de golpes del Ensayo de Penetración Estándar (N_{SPT})**, ya que se dispone de estos registros en los sondeos ejecutados. Aunque la velocidad de onda de corte (Vs) es el parámetro preferido por la norma, su determinación requiere de ensayos geofísicos que no fueron incluidos en el alcance de

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

este estudio. En ausencia de datos de Vs, la NSR-10 permite el uso de N_{SPT} como criterio primario.

Para la determinación del tipo de perfil de suelo, se utilizaron los datos geotécnicos obtenidos de los tres (3) sondeos de exploración (S-1 a S-3) realizados en el sitio del proyecto, ubicados en el municipio de Orito, Putumayo, Colombia.

A continuación, se presenta el cálculo del N_{SPT} promedio para cada sondeo y la clasificación del tipo de perfil de suelo según la Tabla A.2.4-1 de la NSR-10.

Tabla 16. Clasificación de los perfiles de suelo Tabla A.2.4-1. Fuente: Titulo A, NSR-10

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/cm²)
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/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
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** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
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: 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 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Tabla 17. Clasificación del tipo de perfil del suelo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

No. Sondeo	$N_{promedio}$ de campo (Ni)	Perfil de suelo
1,0	11.5	E
2,0	11.45	E
3,0	6.30	E

En promedio los valores obtenidos para los sondeos, el valor promedio es de 9.75, por lo cual ubica el suelo con **Perfil Tipo E,** si se considera únicamente el criterio de N_{SPT}

Tabla 18. Caracterización de la zona sísmica del municipio de Orito, departamento del Putumayo.

LOCALIZACIÓN		TIPO DE SUELO		COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	
CUIDAD	Orito	**PERFIL**	E	**GRUPO DE USO**	I
AMENAZA	Alta	**Fa**	1,20		
Aa	0,30	**Fv**	3,00	**COEFICIENTE IMPORTANCIA**	1,00
Av	0,25				

Nota: Estos parámetros sísmicos sirven para el diseño estructural. Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros sísmicos se determinan de acuerdo con la zonificación del municipio, el tipo de suelo y el coeficiente de importancia.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Conclusiones

Este informe presenta un análisis detallado del sitio del proyecto, integrando la caracterización del entorno con los resultados obtenidos a partir de las exploraciones de campo y los ensayos de laboratorio. Esta evaluación integral permitió determinar con precisión las propiedades geotécnicas del subsuelo, lo que a su vez facilitó la selección del sistema de cimentación más adecuado para la estructura de dos niveles.

La elección del tipo de cimentación de la estructura se fundamenta en datos confiables y criterios técnicos, lo cual asegura la estabilidad y durabilidad de la edificacion tanto en el corto como en el largo plazo.

El área de estudio puede describirse como una zona con pendientes bajas (zona de llanura), intervenida por actividad humana (zona urbana). Tectónicamente, en la zona de estudio no se reportan trazos de fallas que puedan influenciar o condicionar el diseño de las obras civiles proyectadas. Según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) categoriza el municipio de Orito como municipio con amenaza sísmica alta, localmente no se tendrán riesgos geológicos asociados a un evento sísmico; esto se debe principalmente a que las geoformas de la zona de estudio no son susceptibles a procesos morfodinámicos.

La exploración de campo consistió en la ejecución de tres (3) sondeos, los cuales alcanzaron máximo 6.00 metros de profundidad, además se realizó el ensayo SPT para obtener parámetros de resistencia del suelo de cimentación. Las exploraciones realizadas cumplen con los lineamientos establecidos en la norma sismorresistente colombiana (NSR-10) y se ajustan a las condiciones específicas del terreno.

Estos resultados permiten abordar el componente de geotecnia de la estructura y garantizar la estabilidad y funcionalidad a largo plazo del proyecto.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

El subsuelo del área estudiada está conformado principalmente por arenas arcillosas (SC) con contenidos de finos entre 29 % y 38 %, y en menor proporción por un estrato de arcilla de baja plasticidad (CL) identificado en el Sondeo 3. La secuencia estratigráfica se caracteriza por materiales relativamente uniformes en su composición, con espesores variables que alcanzan hasta los 6,0 m de profundidad.

Los resultados de laboratorio indican que las muestras son no plásticas (NP) y presentan contenidos de humedad naturales entre 17 % y 27 %, con un valor aislado de 69 % asociado a saturación localizada. Los pesos unitarios húmedos oscilan entre 17,1 y 17,4 kN/m³, lo cual es coherente con suelos granulares con fracciones finas.

En conjunto, la estratigrafía refleja un perfil de suelos de baja plasticidad y baja susceptibilidad expansiva, con un comportamiento mecánico que corresponde a materiales de soporte intermedio, adecuados para cimentaciones superficiales siempre que se controlen las condiciones de humedad y drenaje. La presencia de finos en porcentajes moderados reduce la posibilidad de fenómenos de licuación, aunque no la descarta completamente sin la verificación de parámetros dinámicos y del nivel freático.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

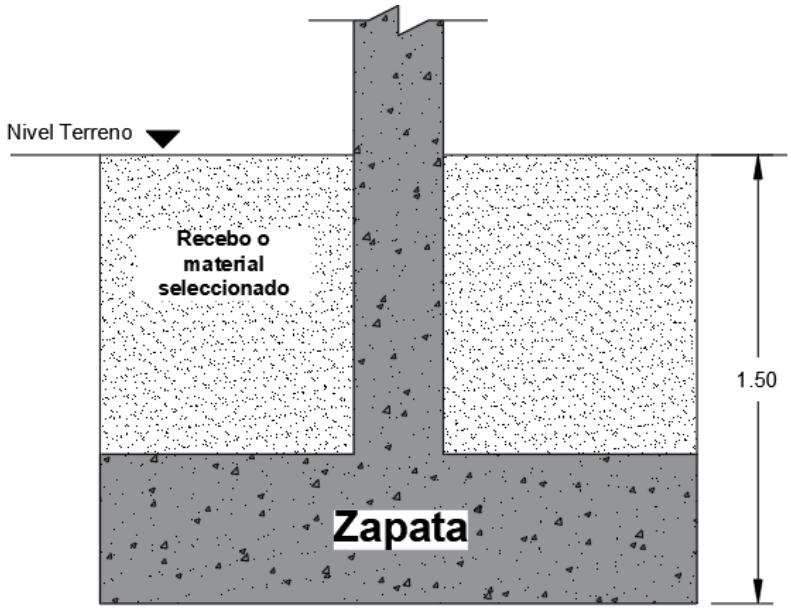
Recomendaciones

El proyecto contempla la construcción de una estructura de dos niveles o pisos. En este documento se presentará las respectivas conclusiones y recomendaciones de cimentación.

Se propone cimentar mediante zapatas aisladas de dimensiones mínimas de 1.50 m x1.50 m, con un nivel de desplante minimo de 1.50 metros.

Imagen 7. Esquema ilustrativo de cimentación para estructura de acceso al malecón.

Fuente: Planos estructurales proyecto, 2025.



Tipo de cimentacion	Nivel de desplante	Dimensiones mínimas	Capacidad portante admisible.
Cimentacion superficial – Zapatas aisladas	1.50 m	1.50 m	200 kPa

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Recomendaciones para excavaciones

Antes de iniciar la excavación para la construcción de las cimentaciones, es esencial llevar a cabo una planificación detallada que incluya las dimensiones de los cimientos, así como la profundidad de excavación y cualquier consideración especial.

Además, se debe verificar la ubicación de cualquier servicio subterráneo, como tuberías o cables, y tomar las precauciones necesarias para evitar dañarlos.

Para la construcción de la cimentación, la fase de excavación requiere la instalación obligatoria de entibados con los puntales correspondientes. Esta medida es crucial para prevenir el hundimiento o cualquier problema que comprometa la estabilidad del suelo que soporta las estructuras preexistentes.

Dada la tipología del terreno y la profundidad de desplantes de las cimentaciones (2.50 metros), se establece una inclinación mínima de los taludes de 1H:1V. Esto implica la necesidad de prever sobreanchos en cada lado del área de excavación.

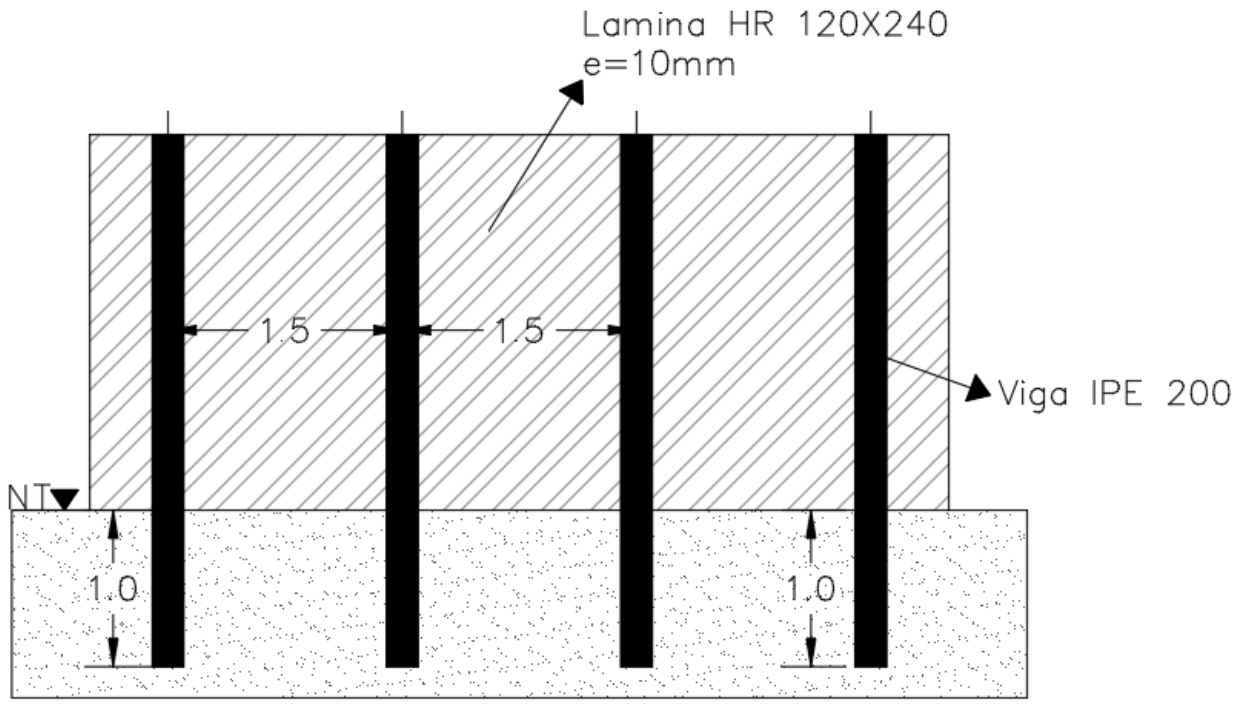
Los entibados se activan una vez completada la excavación, su función principal es estabilizar los cortes de los taludes durante los trabajos de fundición de la losa de cimentación e instalación de los tanques sépticos.

Se sugiere un entibado compuesto por parale de viga IPE 200 de dimensiones de 6 metros de largo, y lamina HR 120x240 de espesor de 10mm. Las vigas IP deberán ir separadas cada 1.5 metros y embebida o hincada en el terreno una profundidad de 1 metro.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Imagen 8. Esquema de entibado para excavación con profundidades mayores a 1.50 metros.

Fuente: Elaboración propia.



Recomendaciones abatimiento nivel freático

Para el abatimiento del nivel freático presente en el predio donde se construirán las estructuras, es necesario, contar con equipos de bombeo en la etapa de excavación, que permita realizar los trabajos eficientemente y controlar caída de las paredes laterales de las excavaciones por la presencia de agua. La disposición del agua extraída debe ser de manera correcta, puede ser en zanjas previamente excavadas que conduzcan a puntos más bajos.

Con el objetivo de garantizar un drenaje eficiente del predio y de prevenir la pérdida de capacidad de soporte del terreno por saturación, se propone la construcción de un filtro francés perimetral en el predio. Este sistema, diseñado para interceptar y conducir las aguas de

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

infiltración hacia una disposición correcta (rio putumayo), asegurará la estabilidad del suelo y la durabilidad de las estructuras.

Las dimensiones mínimas del filtro serán de 0.50 m de ancho y 0.60 m de alto. Su composición incluirá una capa de piedra filtro, un tubo ranurado de PVC de 6” de diámetro y una envoltura de geotextil no tejido. Para la correcta ejecución y optimización de su funcionamiento, se recomienda lo siguiente:

La excavación de la zanja debe realizarse con la pendiente mínima requerida (generalmente entre 0.5% y 1% o la especificada por el diseño hidráulico) para asegurar el flujo por gravedad. Se debe garantizar un ancho y profundidad uniformes según las dimensiones mínimas especificadas (0.50m de ancho y 0.60m de alto). Es fundamental asegurar la estabilidad de las paredes de la zanja durante la excavación, considerando la tipología del terreno.

El fondo de la zanja deberá ser nivelado y compactado suavemente para proporcionar una base estable para el geotextil y la tubería. Se recomienda la colocación de una capa delgada de arena o material fino bien compactado si el terreno es irregular o muy rocoso, para evitar punzonamiento del geotextil.

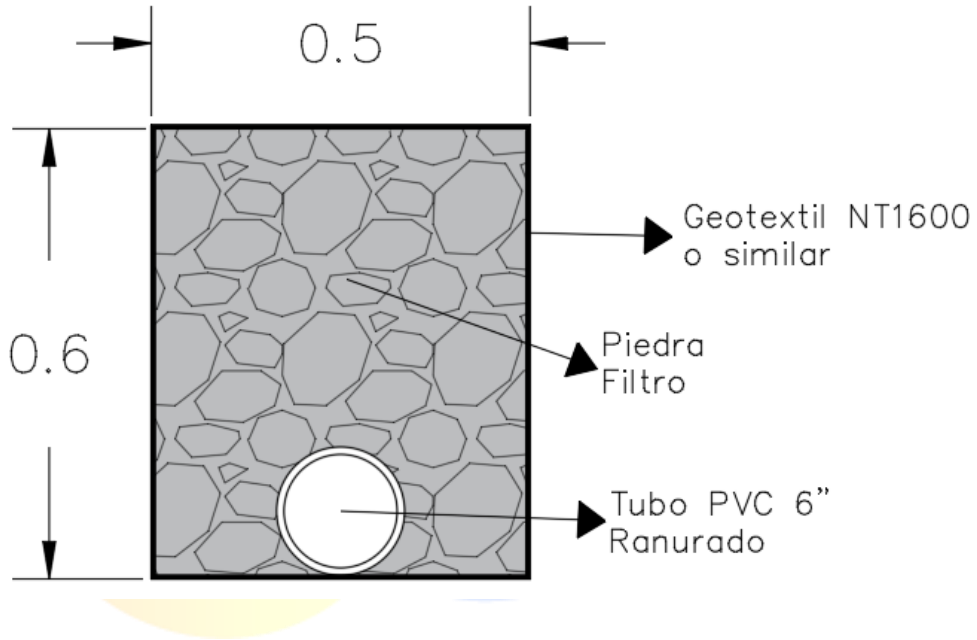
El geotextil no tejido (con un gramaje y resistencia adecuados, puede ser el NT1600 o similar, que cumpla con las Normas INVIAS para subdrenes) deberá cubrir completamente el fondo y los lados de la zanja, dejando suficiente solape en la parte superior para envolver completamente el material granular y la tubería. Es crucial que el geotextil no se dañe durante la instalación y que no queden zonas expuestas que permitan el paso de finos.

El material granular (piedra filtro) debe ser limpio, duradero, con granulometría uniforme y sin presencia de finos o material orgánico que puedan colmatar el filtro. Se recomienda utilizar grava triturada o canto rodado, con un tamaño de partícula que oscile entre 19 mm (3/4") y 75

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

mm (3"). Este material debe cumplir con las especificaciones de permeabilidad y estabilidad química para un drenaje eficiente y de larga duración, como las establecidas en las normas de INVIAS para materiales drenantes (Artículo 673 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS).

Imagen 9. Esquema ilustrativo de filtro francés. Fuente: Elaboración propia.



Con la construcción del filtro y su adecuado diseño de dimensiones, se garantiza la evacuación de aguas de escorrentía en el predio.

Es recomendable continuar con una supervisión rigurosa durante la construcción para asegurar que las condiciones del terreno se mantengan dentro de los parámetros esperados y se adapten los diseños según sea necesario.

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

Referencias bibliográficas

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Norma sismoresistente NSR-10*. Editorial Universidad de los Andes.

Das, B. M. (2001). Principio de ingeniería cimentaciones. Internacional Thomson Editores, S. A. de C.V.

Departamento de Prosperidad Social. (2024). *Puntos de Abastecimiento Solidario (PAS)*. Recuperado de https://prosperidadsocial.gov.co/pas/

Servicio Geológico Colombiano. (2023). Mapa Geológico de Colombia [Imagen 2]. Recuperado de https://www.sgc.gov.co

Bowles, J. E. (1996). Foundation analysis and design (5th ed.). McGraw-Hill.

Meyerhof, G. G. (1956). Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 82(1), 1-19.

Kelly Johana Aguirre

Kelly Johanna Aguirre

Ingeniera civil especialista

Mat # 19202328581 CAU

Cel: 313 221 25 15
310 848 20 40
E-mail: ingtorreshd@gmail.com
alphaingenieriayserviciossas@gmail.com
Vda Villanueva
Brisas de Villanueva, Mocoa

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.
Sondeo:	Uno (1)
Descripcion:	Arena limosa color gris claro con betas blancas y habanas, consistencia blanda y humedad alta. Presencia de materia organica.

Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha Recepción:	13/09/2025
Muestra:	Uno (1)
Profundidad (m):	0,30m - 2,60m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
23	331,86	265,06	66,8	6,07	258,99	25,79%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
258,99	170,38	88,61

Limite Liquido

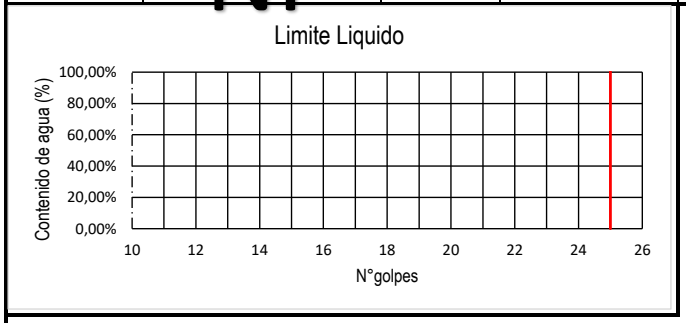
N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NL				NL		

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	2,46	0,95	99,05
10	2,000	15,63	6,03	93,02
40	0,420	52,85	20,41	72,61
200	0,075	99,11	38,27	34,34
Fondo		0,33	0,13	34,21

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NP				NP	

%Gravas	0,95
% Arenas	64,71
% Finos	34,34



Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-4**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.
Sondeo:	Uno (1)
Descripcion:	Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, muestra de consistencia media y humedad media.
Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha Recepción:	13/09/2025
Muestra:	Dos (2)
Profundidad (m):	2,60m - 3,80m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
2	371,52	316,28	55,24	6,09	310,19	17,81%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
310,19	219,45	90,74

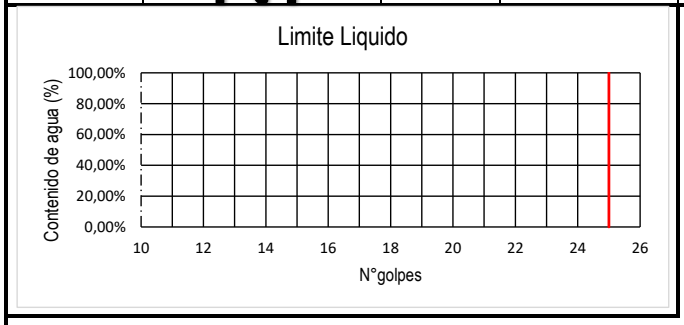
Limite Liquido

N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NL				NL		

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NP				NP	

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	8,48	2,73	97,27
10	2,000	30,15	9,72	87,55
40	0,420	70,01	22,57	64,98
200	0,075	110,81	35,72	29,25
Fondo		0,00	0,00	29,25



%Gravas	2,73
% Arenas	68,01
% Finos	29,25

Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-4**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126		
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.	Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.	Fecha Recepción:	13/09/2025
Sondeo:	Uno (1)	Muestra:	Tres (3)
Descripcion:	Arena limosa color café oscura, consistencia media blanda, humedad media alta.	Profundidad (m):	3,80m - 6,00m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
33	430,87	347,68	83,19	6,2	341,48	24,36%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
341,48	215,13	126,35

Limite Liquido

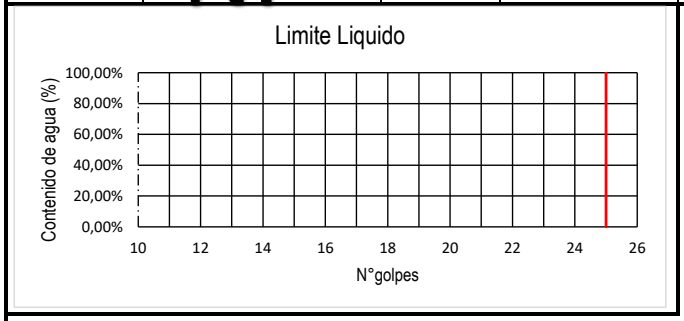
N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NL				NL		

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	21,75	6,37	93,63
10	2,000	33,96	9,94	83,69
40	0,420	77,22	22,61	61,07
200	0,075	82,14	24,05	37,02
Fondo		0,06	0,02	37,00

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NP				NP	

%Gravas	6,37
% Arenas	56,61
% Finos	37,02



Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-6**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°1

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Fecha: 13/09/2025

Coordenadas: Latitud: 0.667108° / Longitud: -76.864873°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.

Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo		Parametros para clasificacion del suelo						γ_h	Contenido	SPT
Profundidad	Perfil	del suelo		Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario	de Humedad	N de campo
(metros)	Estratigrafico			No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20												
0,40			Registro de campo: No SPT									**N/A**
0,60		Nivel freatico a 0,40 metros										
0,80			Registro de campo: No SPT									**N/A**
1,00												
1,20	M 1	Arena limosa color gris claro con betas blancas y habanas, consistencia blanda y humedad alta. Presencia de materia organica.	Registro de campo: 2-2-3	99,05	34,34	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	25,79%	**5**
1,40												
1,60			Registro de campo: 2-3-2									**5**
1,80												
2,00			Registro de campo: 2-2-3									**5**
2,20												
2,40			Registro de campo: 7-9-9									**18**
2,60												
2,80												
3,00	M 2	Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, muestra de consistencia media y humedad media.	Registro de campo: 2-7-6	97,3	29,3	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	17,81%	**13**
3,20												
3,40			Registro de campo: 7-5-7									**12**
3,60												
3,80												
4,00			Registro de campo: 2-2-4									**6**
4,20												
4,40	M 3	Arena limosa color café oscura, consistencia media blanda, humedad media alta.	Registro de campo: 3-3-9	93,6	37,0	0,00	0,00	0,00	SC	17,40	24,36%	**12**
4,60												
4,80			Registro de campo: 6-4-6									**10**
5,00												
5,20			Registro de campo: 7-7-10									**17**
5,40												
5,60			Registro de campo: 8-9-8									**17**
5,80												
6,00			Registro de campo: 10-11-13									**24**
		Fin sondeo										

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126		
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.	Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.	Fecha Recepción:	13/09/2025
Sondeo:	Dos (2)	Muestra:	Uno (1)
Descripcion:	Arena limosa color café con betas grises, consistencia media y humedad media.	Profundidad (m):	0,00m - 2,20m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
59	254,81	202,45	52,36	6,77	195,68	26,76%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
195,68	128,93	66,75

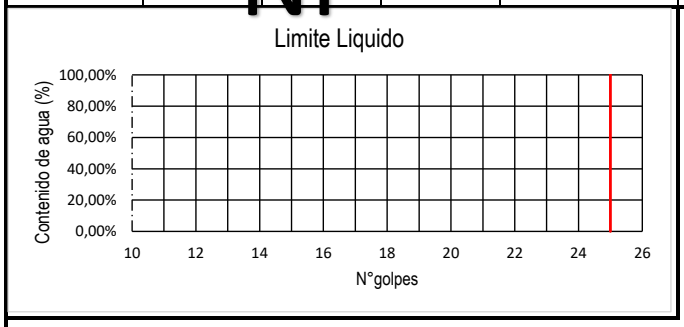
Limite Liquido

N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
		NL			NL		

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NP				NP	

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	1,10	0,56	99,44
10	2,000	9,41	4,81	94,63
40	0,420	43,76	22,36	72,27
200	0,075	74,66	38,15	34,11
Fondo		0,00	0,00	34,11



%Gravas	0,56
% Arenas	65,33
% Finos	34,11

Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-4**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.
Sondeo:	Dos (2)
Descripcion:	Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, consistencia meda y humedad media.
Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha Recepción:	13/09/2025
Muestra:	Dos (2)
Profundidad (m):	2,20 m - 4,00 m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
1	292,14	239,65	52,49	4,35	235,3	22,31%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
235,3	145,76	89,54

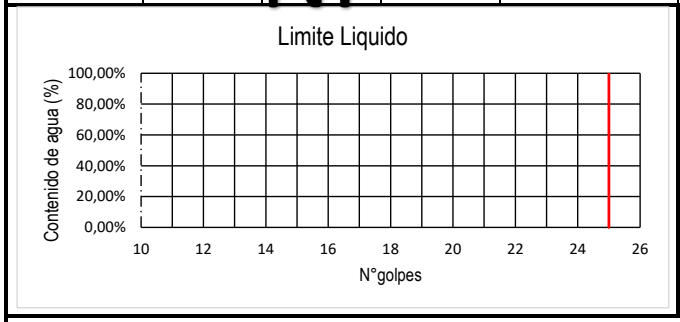
Limite Liquido

N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
		NL			NL		

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
		NP			NP	

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	1,34	0,57	99,43
10	2,000	13,12	5,58	93,85
40	0,420	42,47	18,05	75,81
200	0,075	88,81	37,74	38,06
Fondo		0,02	0,01	38,05



%Gravas	0,57
% Arenas	61,37
% Finos	38,06

Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-6**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126		
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.	Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.	Fecha Recepción:	13/09/2025
Sondeo:	Dos (2)	Muestra:	Tres (3)
Descripcion:	Arena limosa color café oscuro, consistencia media blanda y humedad media alta.	Profundidad (m):	4,00m - 6,00m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
17	267,01	217,55	49,46	6,01	211,54	23,38%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
211,54	132,70	78,84

Limite Liquido

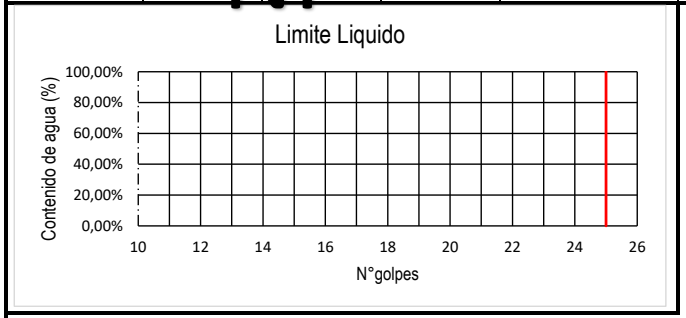
N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
		NL			NL		

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	14,21	6,72	93,28
10	2,000	19,88	9,40	83,88
40	0,420	47,59	22,50	61,39
200	0,075	51,01	24,11	37,27
Fondo		0,01	0,00	37,27

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NP				NP	

%Gravas	6,72
% Arenas	56,01
% Finos	37,27



Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-6**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°2

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Fecha: 13/09/2025

Coordenadas: Latitud: 0.667151° / Longitud: -76.864907°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.

Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo del suelo		Parametros para clasificacion del suelo						γ_h	Contenido de Humedad	SPT
Profundidad (metros)	Perfil Estratigrafico			Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario		N de campo
				No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20												
0,40			Registro de campo: No SPT									N/A
0,60			Nivel freatico a 0,60 metros									
0,80			Registro de campo: No SPT									N/A
1,00												
1,20		M 1 Arena limosa color café con betas grises, consistencia media y humedad media.	Registro de campo: 1-1-1	99,44	34,11	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	26,76%	2
1,40												
1,60			Registro de campo: 1-1-1									2
1,80												
2,00			Registro de campo: 1-2-4									6
2,20												
2,40			Registro de campo: 4-4-5									9
2,60												
2,80												
3,00		M 2 Arena limosa color café claro con betas habanas y blancas, consistencia meda y humedad media.	Registro de campo: 6-8-9	99,4	38,1	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	22,31%	17
3,20												
3,40			Registro de campo: 4-5-8									13
3,60												
3,80												
4,00			Registro de campo: 6-4-5									9
4,20												
4,40		M 3 Arena limosa color café oscuro, consistencia media blanda y humedad media alta.	Registro de campo: 2-3-3	93,3	37,3	0,00	0,00	0,00	SC	17,40	23,38%	6
4,60												
4,80			Registro de campo: 4-6-8									14
5,00												
5,20			Registro de campo: 13-11-12									23
5,40												
5,60			Registro de campo: 11-12-12									24
5,80												
6,00			Registro de campo: 13-13-12									25
		Fin sondeo										

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126		
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.	Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.	Fecha Recepción:	5/09/2025
Sondeo:	Tres (3)	Muestra:	Uno (1)
Descripcion:	Arena limosa color habana con tonalidad gris claro, consistencia blanda y humedad media.	Profundidad (m):	0,00m - 2,00m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
76	269,77	219,01	50,76	4,33	214,68	23,64%

Granulometria

Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
214,68	76,29	138,39

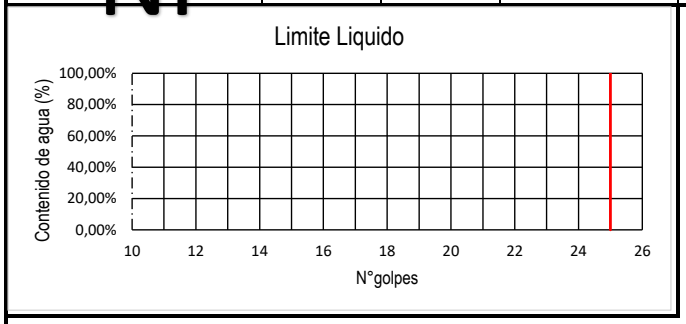
Limite Liquido

N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
NL					NL		

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
NP					NP	

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	3,56	1,66	98,34
10	2,000	6,57	3,06	95,28
40	0,420	21,20	9,88	85,41
200	0,075	44,88	20,91	64,50
Fondo		0,08	0,04	64,46



%Gravas	1,66
% Arenas	33,84
% Finos	64,50

Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-6**
S.U.S.C:	***CL***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REPORTE ENSAYOS DE LABORATORIO, HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG

Normas:	I.N.V. E- 122 I.N.V. E- 123 I.N.V. E-125 I.N.V. E- 126
Proyecto:	CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.
Localización:	Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.
Sondeo:	Tres (3)
Descripcion:	Limo de alta plasticidad, color gris claro con tonalidades cafes claras, consistencia blanda y humedad media
Cliente:	PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha Recepción:	13/09/2025
Muestra:	Dos (2)
Profundidad (m):	2,00 m - 3,60 m

Humedad Natural

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
98	152,18	91,68	60,5	4,34	87,34	69,27%

Granulometria

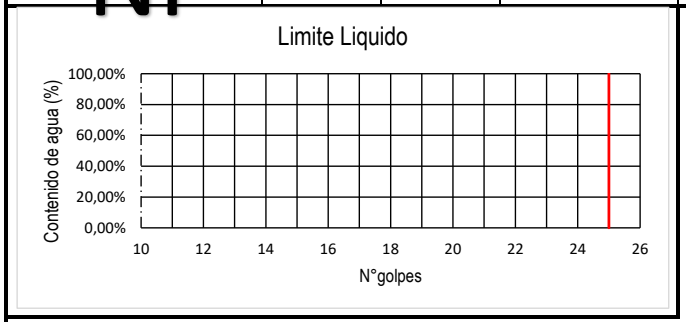
Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Perdida por lavado (g)
87,34	56,12	31,22

Limite Liquido

N°golpes	N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
	NL					NL	

Limite Plastico

N° Tara	Peso Tara + Suelo humedo (g)	Peso tara + suelo seco (g)	Peso del agua (g)	Peso Tara (g)	Peso del suelo seco (g)	Contenido de agua (%)
NP					NP	



Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% retenido	% que pasa
4	4,750	0,73	0,84	99,16
10	2,000	3,95	4,52	94,64
40	0,420	19,99	22,89	71,75
200	0,075	31,45	36,01	35,75
Fondo		0,00	0,00	35,75

%Gravas	0,84
% Arenas	63,42
% Finos	35,75

Limite Liquido (%)
0,00
Limite Plastico (%)
0,00
Indice de Plasticidad
0,00

Clasificacion del suelo	
AASHTO:	**A-6**
S.U.S.C:	***SC***

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N°3

Cliente: PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Fecha: 13/09/2025

Coordenadas: Latitud: 0.667196° / Longitud: -76.864883°

Proyecto: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.

Ubicación: Lote ubicado en el barrio La Esperanza, municipio de Orito, departamento del Putumayo.

Sondeo		Descripcion en campo del suelo		Parametros para clasificacion del suelo						γ_h	Contenido de Humedad	SPT
Profundidad (metros)	Perfil Estratigrafico			Granulometria % Que pasa		Limites de Atterberg		Indice de Plasticidad	S.U.C.S	peso unitario		N de campo
				No 4	No 200	LL %	LP %	IP %	Simbolo	humedo	(%)	Golpes
0,00												
0,20												
0,40			Registro de campo: No SPT									**N/A**
0,60												
0,80		Nivel freatico a 0,90 metros	Registro de campo: No SPT									**N/A**
1,00												
1,20	M 1	Arena limosa color habana con tonalidad gris claro, consistencia blanda y humedad media.	Registro de campo: 1-1-1	98,34	64,50	0,00	0,00	0,00	CL	17,10	23,64%	**2**
1,40												
1,60			Registro de campo: 1-1-3									**4**
1,80												
2,00			Registro de campo: 2-2-3									**5**
2,20												
2,40			Registro de campo: 2-5-3									**8**
2,60												
2,80												
3,00	M 2	Limo de alta plasticidad, color gris claro con tonalidades cafes claras, consistencia blanda y humedad media	Registro de campo: 4-3-4	99,2	35,7	0,00	0,00	0,00	SC	17,10	69,27%	**7**
3,20												
3,40			Registro de campo: 5-5-7									**12**
3,60												
		Fin sondeo										

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REGISTRO FOTOGRAFICO	
Proyecto:	CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE
Cliente:	PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha:	jueves, 11 de septiembre de 2025



Imagen 1. Ejecución sondeo N°1.



Imagen 2. Ejecución sondeo N°1.



Imagen 3. Ejecución sondeo N°2.



Imagen 4. Ejecución sondeo N°2.



Imagen 5. Ejecución sondeo N°3.



Imagen 6. Ejecución sondeo N°3.



Imagen 7. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 8. Muestra obtenida mediante tubo partido.

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REGISTRO FOTOGRAFICO	
Proyecto:	CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE
Cliente:	PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha:	jueves, 11 de septiembre de 2025



Imagen 9. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 10. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 11. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 12. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 13. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 14. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 15. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 16. Muestra obtenida mediante tubo partido.

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

REGISTRO FOTOGRAFICO	
Proyecto:	CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE
Cliente:	PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA
Fecha:	jueves, 11 de septiembre de 2025



Imagen 17. Muestra obtenida mediante tubo partido.



Imagen 18. Muestra obtenida mediante tubo partido.

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

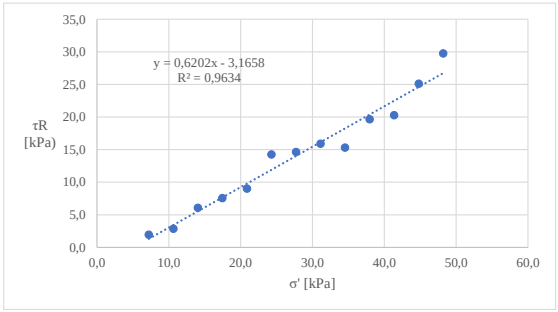
Memoria de calculo Ncorregido, y parametros geomecanicos de los suelos	**SONDEO N° 1**	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

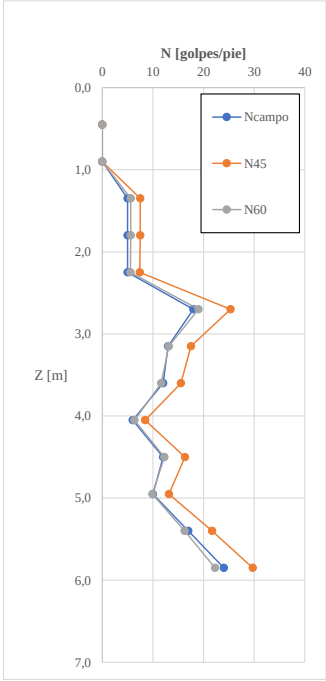
Unidad Geológica	H [m]	γ_h [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m3]
SC	5,85	17,1	17,4

	Zapata	Pila
B,D [m]	1,5	1,2
L [m]	1,5	-

NAF [m]	0,40

							Factores de correción							N Corregido										
Material	**Profundidad de la muestra**		**N de Campo**	**σ**	**μ**	**σ'**	**η1**	**η$_2$**	**η$_3$**	**η$_4$**	**Rs**	**K**	**C$_N$**	**N$_{45}$**	**N$_{55}$**	**N$_{60}$**	**ϕ'**	**τ$_R$**	**C'**	**ϕ'eq**	**E**	**K$_V$**	**K$_H$**
-	**Inicio [m]**	**Final [m]**	**golpes/pie**	**kPa**			-				-	-	-	**golpes/pie**			°	**Kpa**	**kPa**	°	**kPa**	**kPa/m**	**kPa/m**
	0,00	0,45	0	7,7	0,5	7,2	1,0	0,75	1,0	1,0	0,071	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	1,9			1800,0	1602,5	1125,0
	0,45	0,90	0	15,5	4,9	10,6	1,0	0,75	1,0	1,0	0,105	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	2,8			1800,0	1602,5	1125,0
	0,90	1,35	5	23,4	9,3	14,1	1,0	0,75	1,0	1,0	0,138	1,41	2,00	7,5	6,1	5,6	23,4	6,1			3640,9	3241,4	2275,6
	1,35	1,80	5	31,2	13,7	17,5	1,0	0,75	1,0	1,0	0,172	1,41	2,00	7,5	6,1	5,6	23,4	7,6			3640,9	3241,4	2275,6
	1,80	2,25	5	39,0	18,1	20,9	1,0	0,75	1,0	1,0	0,206	1,41	1,97	7,4	6,0	5,5	23,3	9,0			3611,7	3215,4	2257,3
	2,25	2,70	18	46,9	22,6	24,3	1,0	0,75	1,0	1,0	0,239	1,41	1,88	25,3	20,7	19,0	30,4	14,3			8014,7	7135,2	5009,2
SC	2,70	3,15	13	54,7	27,0	27,7	1,0	0,75	1,0	1,0	0,273	1,41	1,79	17,5	14,3	13,1	27,8	14,6	0,0	31,8	6095,6	5426,7	3809,8
	3,15	3,60	12	62,5	31,4	31,1	1,0	0,75	1,0	1,0	0,307	1,41	1,72	15,5	12,7	11,6	27,1	15,9			5608,0	4992,6	3505,0
	3,60	4,05	6	70,4	35,8	34,5	1,0	0,85	1,0	1,0	0,340	1,41	1,66	8,5	6,9	6,3	23,9	15,3			3878,0	3452,5	2423,8
	4,05	4,50	12	78,2	40,2	38,0	1,0	0,85	1,0	1,0	0,374	1,41	1,60	16,3	13,4	12,3	27,4	19,7			5811,5	5173,8	3632,2
	4,50	4,95	10	86,0	44,6	41,4	1,0	0,85	1,0	1,0	0,408	1,41	1,55	13,2	10,8	9,9	26,1	20,3			5032,9	4480,6	3145,5
	4,95	5,40	17	93,8	49,1	44,8	1,0	0,85	1,0	1,0	0,441	1,41	1,50	21,7	17,7	16,3	29,3	25,1			7123,6	6341,9	4452,3
	5,40	5,85	24	101,7	53,5	48,2	1,0	0,85	1,0	1,0	0,475	1,41	1,46	29,7	24,3	22,3	31,7	29,8			9090,3	8092,9	5681,5





Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingenierio Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes
M.P. 54202-386771 NTS

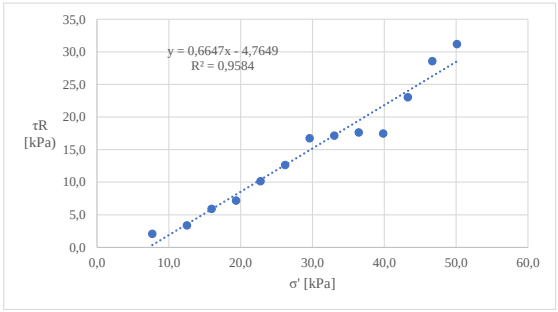
Memoria de calculo Ncorregido, y parametros geomecanicos de los suelos	**SONDEO N° 2**	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

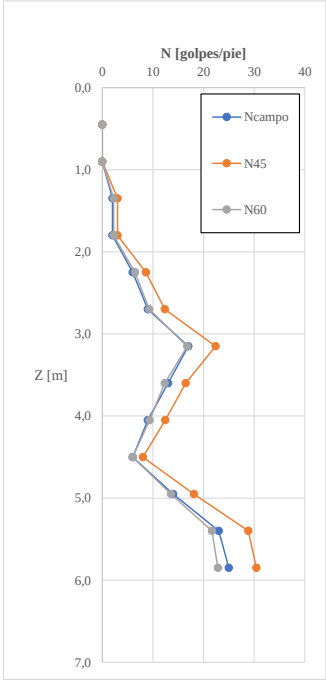
Unidad Geológica	H [m]	γ_h [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m3]
SC	5,85	17,1	17,4

NAF [m]	0,60

	Zapata	Pila
B,D [m]	1,5	1,2
L [m]	1,5	-

Material	Profundidad de la muestra		N de Campo	σ	μ	σ'	Factores de correción η1	η2	η3	η4	Rs	K	C_N	N Corregido N_{45}	N_{55}	N_{60}	ϕ'	τ_R	C'	ϕ'eq	E	K_V	K_H
-	Inicio [m]	Final [m]	golpes/pie	kPa			-				-	-	-	golpes/pie			°	Kpa	kPa	°	kPa	kPa/m	kPa/m
SC	0,00	0,45	0	7,7	0,0	7,7	1,0	0,75	1,0	1,0	0,076	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	2,1	0,0	33,6	1800,0	1602,5	1125,0
	0,45	0,90	0	15,5	2,9	12,5	1,0	0,75	1,0	1,0	0,124	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	3,4			1800,0	1602,5	1125,0
	0,90	1,35	2	23,3	7,4	16,0	1,0	0,75	1,0	1,0	0,157	1,41	2,00	3,0	2,5	2,3	20,3	5,9			2536,4	2258,0	1585,2
	1,35	1,80	2	31,1	11,8	19,4	1,0	0,75	1,0	1,0	0,191	1,41	2,00	3,0	2,5	2,3	20,3	7,2			2536,4	2258,0	1585,2
	1,80	2,25	6	39,0	16,2	22,8	1,0	0,75	1,0	1,0	0,224	1,41	1,91	8,6	7,1	6,5	24,0	10,1			3915,1	3485,5	2446,9
	2,25	2,70	9	46,8	20,6	26,2	1,0	0,75	1,0	1,0	0,258	1,41	1,83	12,3	10,1	9,3	25,8	12,6			4830,9	4300,8	3019,3
	2,70	3,15	17	54,6	25,0	29,6	1,0	0,75	1,0	1,0	0,292	1,41	1,75	22,4	18,3	16,8	29,5	16,7			7290,1	6490,2	4556,3
	3,15	3,60	13	62,5	29,4	33,0	1,0	0,75	1,0	1,0	0,325	1,41	1,69	16,5	13,5	12,3	27,4	17,1			5838,4	5197,7	3649,0
	3,60	4,05	9	70,3	33,8	36,4	1,0	0,85	1,0	1,0	0,359	1,41	1,63	12,4	10,2	9,3	25,8	17,6			4855,4	4322,6	3034,6
	4,05	4,50	6	78,1	38,3	39,9	1,0	0,85	1,0	1,0	0,393	1,41	1,57	8,0	6,6	6,0	23,7	17,5			3768,3	3354,8	2355,2
	4,50	4,95	14	86,0	42,7	43,3	1,0	0,85	1,0	1,0	0,426	1,41	1,52	18,1	14,8	13,6	28,0	23,0			6245,6	5560,3	3903,5
	4,95	5,40	23	93,8	47,1	46,7	1,0	0,85	1,0	1,0	0,460	1,41	1,48	28,8	23,6	21,6	31,4	28,6			8880,3	7905,9	5550,2
	5,40	5,85	25	101,6	51,5	50,1	1,0	0,85	1,0	1,0	0,494	1,41	1,43	30,4	24,9	22,8	31,9	31,2			9270,5	8253,2	5794,1





Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingenierio Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes
M.P. 54202-386771 NTS

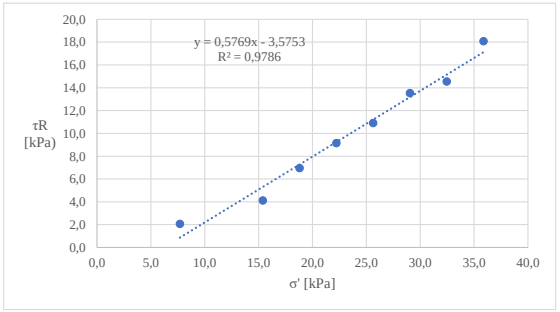
Memoria de calculo Ncorregido, y parametros geomecanicos de los suelos	**SONDEO N° 3**	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

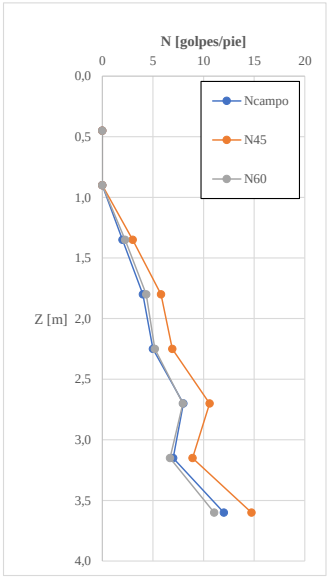
Unidad Geológica	H [m]	γ_h [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m3]
SC	3,60	17,1	17,4

NAF [m]	0,90

	Zapata	Pila
B,D [m]	1,5	1,2
L [m]	1,5	-

Material	Profundidad de la muestra		N de Campo	σ	μ	σ'	Factores de correción η1	η_2	η_3	η_4	Rs	K	C_N	N Corregido N_{45}	N_{55}	N_{60}	ϕ'	τ_R	C'	ϕ'eq	E	K_V	K_H
-	Inicio [m]	Final [m]	golpes/pie	kPa			-				-	-	-	golpes/pie			°	Kpa	kPa	°	kPa	kPa/m	kPa/m
SC	0,00	0,45	0	7,7	0,0	7,7	1,0	0,75	1,0	1,0	0,076	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	2,1	0,0	30,0	1800,0	1602,5	1125,0
	0,45	0,90	0	15,4	0,0	15,4	1,0	0,75	1,0	1,0	0,152	1,41	2,00	0,0	0,0	0,0	15,0	4,1			1800,0	1602,5	1125,0
	0,90	1,35	2	23,2	4,4	18,8	1,0	0,75	1,0	1,0	0,185	1,41	2,00	3,0	2,5	2,3	20,3	7,0			2536,4	2258,0	1585,2
	1,35	1,80	4	31,1	8,8	22,2	1,0	0,75	1,0	1,0	0,219	1,41	1,93	5,8	4,7	4,3	22,4	9,1			3221,3	2867,8	2013,3
	1,80	2,25	5	38,9	13,2	25,6	1,0	0,75	1,0	1,0	0,253	1,41	1,84	6,9	5,7	5,2	23,0	10,9			3496,1	3112,4	2185,0
	2,25	2,70	8	46,7	17,7	29,1	1,0	0,75	1,0	1,0	0,286	1,41	1,77	10,6	8,7	7,9	25,0	13,5			4400,9	3918,0	2750,6
	2,70	3,15	7	54,5	22,1	32,5	1,0	0,75	1,0	1,0	0,320	1,41	1,70	8,9	7,3	6,7	24,1	14,6			3988,1	3550,5	2492,5
	3,15	3,60	12	62,4	26,5	35,9	1,0	0,75	1,0	1,0	0,354	1,41	1,64	14,7	12,1	11,0	26,8	18,1			5415,7	4821,4	3384,8





Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingenierio Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes
M.P. 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA TERZAGHI $q_{ult} = cN_cs_c + qN_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma$	SONDEO N°1	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	31,81
γ [KN/m^3]	17,10
$K_{p\gamma}$	60,70

Factores de capacidad de carga y forma

a	3,63
N_q	27,86
N_c	43,31
N_g	25,75
S_c	1,30
S_g	0,80

Tipo de cimentación

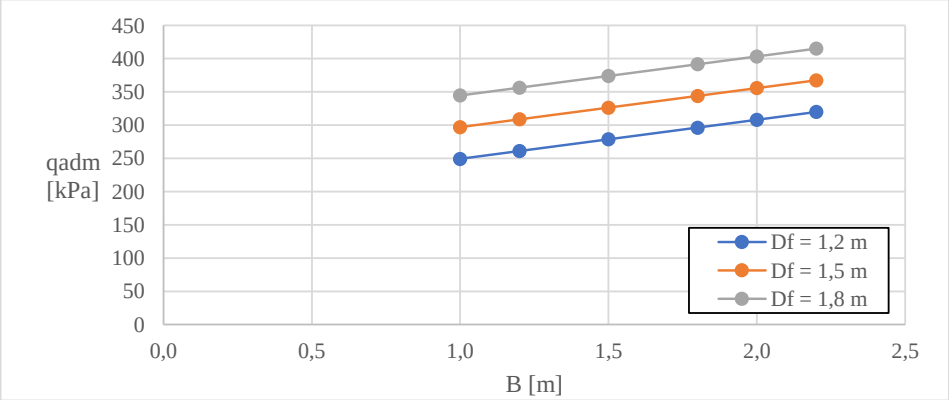
Cuadrada

Capacidad de Carga

D_f [m]	**1,2**	**Df = 1,2 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	747,9	783,1	836,0	888,8	924,1	959,3
q_{adm} [kPa]	249,3	261,0	278,7	296,3	308,0	319,8

D_f [m]	**1,5**	**Df = 1,5 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	890,9	926,1	978,9	1031,8	1067,0	1102,2
q_{adm} [kPa]	297,0	308,7	326,3	343,9	355,7	367,4

D_f [m]	**1,8**	**Df = 1,8 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	1033,8	1069,0	1121,9	1174,7	1209,9	1245,2
q_{adm} [kPa]	344,6	356,3	374,0	391,6	403,3	415,1



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA MEYERHOF $q_{ult} = cN_cs_cd_c + qN_qS_qd_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma d\gamma$	SONDEO N°1	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	31,81
γ [KN/m^3]	17,10
K_p	3,23

Factores de capacidad de carga

N_q	22,66
N_c	34,93
N_g	21,31

Factores de forma

B/L	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00
S_c	1,06	1,16	1,32	1,48	1,65
S_q	1,03	1,08	1,16	1,24	1,32
S_g	1,03	1,08	1,16	1,24	1,32

Factores de profundidad

Df [m]	1,50					
B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
Df/B	1,50	1,25	1,00	0,83	0,75	0,68
d_c	1,54	1,45	1,36	1,30	1,27	1,25
d_q	1,27	1,22	1,18	1,15	1,13	1,12
d_g	1,27	1,22	1,18	1,15	1,13	1,12

Capacidad de carga ultima [kPa]

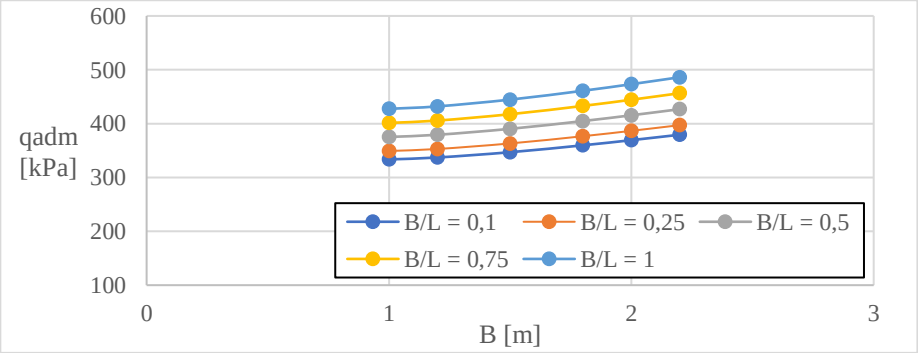
B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	1000,64	1011,30	1040,77	1079,23	1107,87	1138,14
0,25	1047,59	1058,75	1089,61	1129,87	1159,85	1191,54
0,50	1125,84	1137,84	1171,00	1214,27	1246,49	1280,55
0,75	1204,09	1216,92	1252,39	1298,67	1333,13	1369,55
1,00	1282,35	1296,01	1333,78	1383,07	1419,76	1458,56

Capacidad de carga admisible [kPa]

B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	333,55	337,10	346,92	359,74	369,29	379,38
0,25	349,20	352,92	363,20	376,62	386,62	397,18
0,50	375,28	379,28	390,33	404,76	415,50	426,85
0,75	401,36	405,64	417,46	432,89	444,38	456,52
1,00	427,45	432,00	444,59	461,02	473,25	486,19

Leyenda

B/L = 0,1
B/L = 0,25
B/L = 0,5
B/L = 0,75
B/L = 1



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA TERZAGHI $q_{ult} = cN_cs_c + qN_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma$	SONDEO N°2	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	33,61
γ [KN/m^3]	17,10
$K_{p\gamma}$	71,66

Factores de capacidad de carga y forma

a	3,94
N_q	34,77
N_c	50,81
N_g	34,01
S_c	1,30
S_g	0,80

Tipo de cimentación

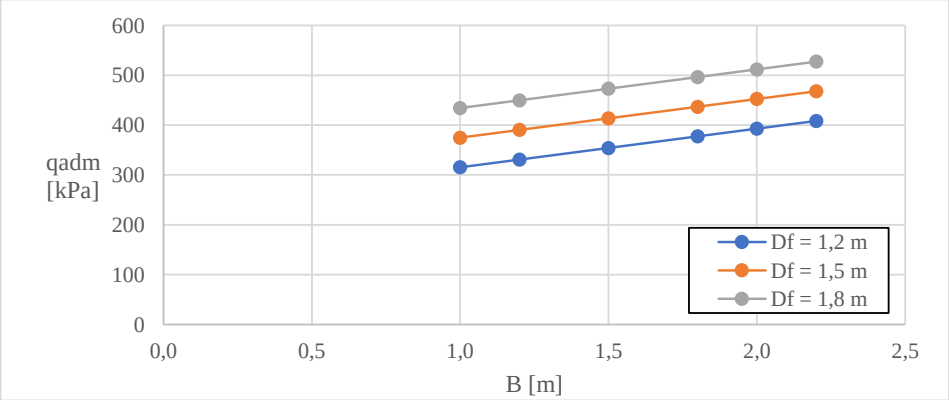
Cuadrada

Capacidad de Carga

D_f [m]	**1,2**	**Df = 1,2 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	946,2	992,7	1062,5	1132,2	1178,8	1225,3
q_{adm} [kPa]	315,4	330,9	354,2	377,4	392,9	408,4

D_f [m]	**1,5**	**Df = 1,5 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	1124,5	1171,1	1240,8	1310,6	1357,1	1403,7
q_{adm} [kPa]	374,8	390,4	413,6	436,9	452,4	467,9

D_f [m]	**1,8**	**Df = 1,8 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	1302,9	1349,4	1419,2	1489,0	1535,5	1582,0
q_{adm} [kPa]	434,3	449,8	473,1	496,3	511,8	527,3



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA MEYERHOF $q_{ult} = cN_cs_cd_c + qN_qS_qd_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma d\gamma$	SONDEO N°2	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	33,61
γ [KN/m^3]	17,10
K_p	3,48

Factores de capacidad de carga

N_q	28,09
N_c	40,75
N_g	29,10

Factores de forma

B/L	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00
S_c	1,07	1,17	1,35	1,52	1,70
S_q	1,03	1,09	1,17	1,26	1,35
S_g	1,03	1,09	1,17	1,26	1,35

Factores de profundidad

Df [m]	1,50					
B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
Df/B	1,50	1,25	1,00	0,83	0,75	0,68
d_c	1,56	1,47	1,37	1,31	1,28	1,25
d_q	1,28	1,23	1,19	1,16	1,14	1,13
d_g	1,28	1,23	1,19	1,16	1,14	1,13

Capacidad de carga ultima [kPa]

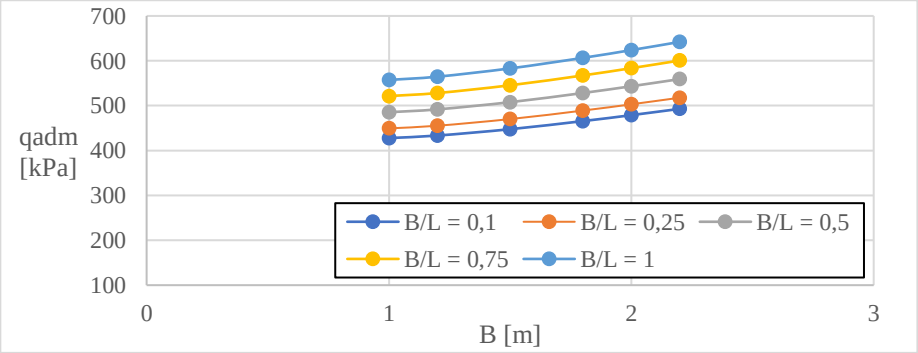
B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	1283,58	1300,31	1342,79	1396,86	1436,77	1478,79
0,25	1348,33	1365,91	1410,53	1467,33	1509,25	1553,39
0,50	1456,24	1475,23	1523,42	1584,77	1630,04	1677,71
0,75	1564,16	1584,55	1636,32	1702,21	1750,84	1802,04
1,00	1672,07	1693,87	1749,21	1819,64	1871,63	1926,37

Capacidad de carga admisible [kPa]

B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	427,86	433,44	447,60	465,62	478,92	492,93
0,25	449,44	455,30	470,18	489,11	503,08	517,80
0,50	485,41	491,74	507,81	528,26	543,35	559,24
0,75	521,39	528,18	545,44	567,40	583,61	600,68
1,00	557,36	564,62	583,07	606,55	623,88	642,12

Leyenda

B/L = 0,1
B/L = 0,25
B/L = 0,5
B/L = 0,75
B/L = 1



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA TERZAGHI $q_{ult} = cN_cs_c + qN_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma$	SONDEO N°3	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	29,98
γ [KN/m^3]	17,10
$K_{p\gamma}$	51,82

Factores de capacidad de carga y forma

a	3,35
N_q	22,40
N_c	37,10
N_g	19,63
S_c	1,30
S_g	0,80

Tipo de cimentación

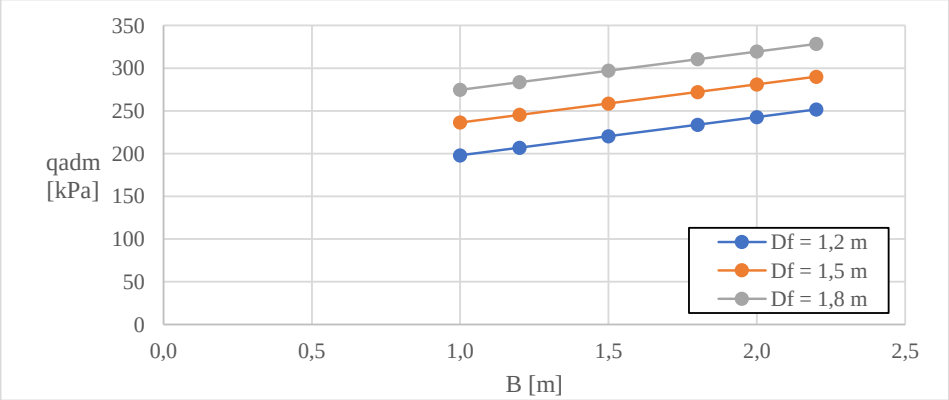
Cuadrada

Capacidad de Carga

D_f [m]	**1,2**	**Df = 1,2 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	594,0	620,8	661,1	701,4	728,3	755,1
q_{adm} [kPa]	198,0	206,9	220,4	233,8	242,8	251,7

D_f [m]	**1,5**	**Df = 1,5 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	708,9	735,8	776,0	816,3	843,2	870,0
q_{adm} [kPa]	236,3	245,3	258,7	272,1	281,1	290,0

D_f [m]	**1,8**	**Df = 1,8 m**				
B [m]	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2
q_{ult} [kPa]	823,8	850,7	891,0	931,3	958,1	985,0
q_{adm} [kPa]	274,6	283,6	297,0	310,4	319,4	328,3



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO - TEORIA MEYERHOF $q_{ult} = cN_cs_cd_c + qN_qS_qd_q + 0{,}5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma$	SONDEO N°3	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

Parametros geotecnicos del suelo de fundación

c [kPa]	0
ϕ [°]	29,98
γ [KN/m^3]	17,10
K_p	3,00

Factores de capacidad de carga

N_q	18,36
N_c	30,09
N_g	15,61

Factores de forma

B/L	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00
S_c	1,06	1,15	1,30	1,45	1,60
S_q	1,03	1,07	1,15	1,22	1,30
S_g	1,03	1,07	1,15	1,22	1,30

Factores de profundidad

Df [m]	1,50					
B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
Df/B	1,50	1,25	1,00	0,83	0,75	0,68
d_c	1,52	1,43	1,35	1,29	1,26	1,24
d_q	1,26	1,22	1,17	1,14	1,13	1,12
d_g	1,26	1,22	1,17	1,14	1,13	1,12

Capacidad de carga ultima [kPa]

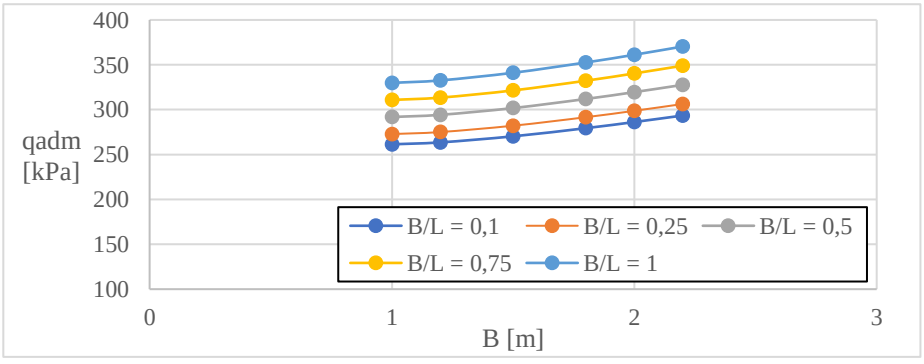
B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	784,21	790,72	810,98	838,24	858,74	880,52
0,25	818,45	825,24	846,39	874,83	896,23	918,96
0,50	875,51	882,77	905,39	935,82	958,71	983,02
0,75	932,57	940,31	964,40	996,81	1021,19	1047,09
1,00	989,62	997,84	1023,40	1057,80	1083,67	1111,15

Capacidad de carga admisible [kPa]

B/L \ B [m]	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20
0,10	261,40	263,57	270,33	279,41	286,25	293,51
0,25	272,82	275,08	282,13	291,61	298,74	306,32
0,50	291,84	294,26	301,80	311,94	319,57	327,67
0,75	310,86	313,44	321,47	332,27	340,40	349,03
1,00	329,87	332,61	341,13	352,60	361,22	370,38

Leyenda

B/L = 0,1
B/L = 0,25
B/L = 0,5
B/L = 0,75
B/L = 1



Elaboro:

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil - Esp. en Geotecnia y estabilidad de Taludes
MP: 54202-386771 NTS

ASENTAMIENTO INMEDIATO Metodologia de Bowles (1982)	SONDEO N°1	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

ESQUINA DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	5011
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0202
ρi (centimetros)	2,02
ρi (milimetros)	20,2

CENTRO DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	5011
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0101
ρi (centimetros)	1,01
ρi (milimetros)	10,1

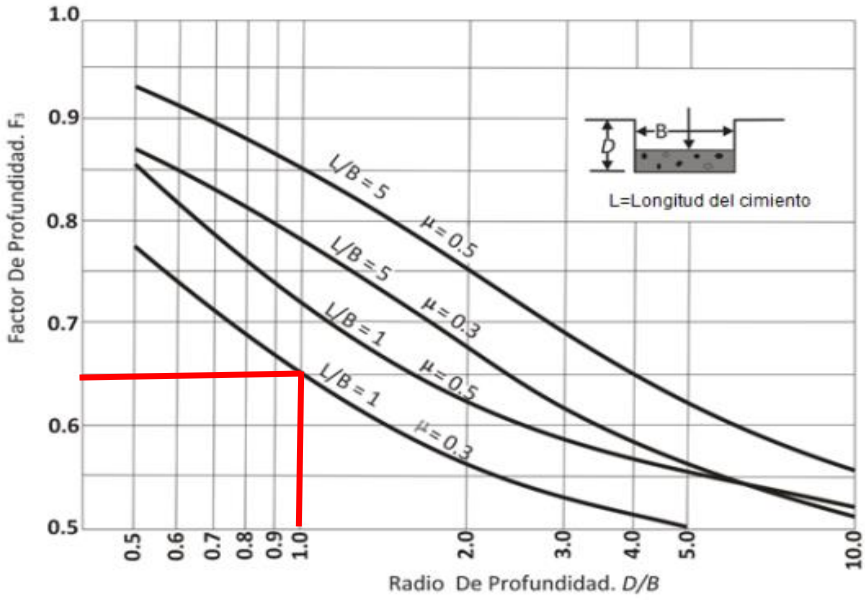


Figura 6.41. Factor de influencia I_F , para cimentaciones a una profundidad D_f (USACE, 1992)

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

ASENTAMIENTO INMEDIATO Metodologia de Bowles (1982)	SONDEO N°2	ALPHA Ingeniería y Servicios S.A.S

ESQUINA DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	4890
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0207
ρi (centimetros)	2,07
ρi (milimetros)	20,7

CENTRO DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	260
μ	0,30
Es (kPa)	4890
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0104
ρi (centimetros)	1,04
ρi (milimetros)	10,4

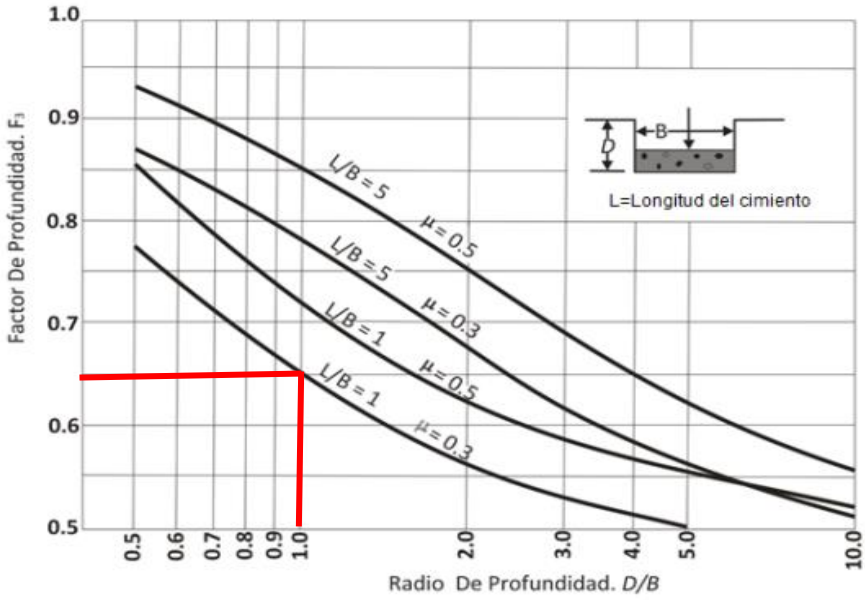


Figura 6.41. Factor de influencia I_F , para cimentaciones a una profundidad D_f (USACE, 1992)

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

ASENTAMIENTO INMEDIATO Metodologia de Bowles (1982)	SONDEO N°3	

ESQUINA DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	200
μ	0,30
Es (kPa)	3332
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0234
ρi (centimetros)	2,34
ρi (milimetros)	23,4

CENTRO DE CIMENTACIÓN	
B (m)	1,50
L (m)	1,50
Df(m)	1,50
q (kPa)	200
μ	0,30
Es (kPa)	3332
H (m)	5,85
M (L/B)	1,00
N (H/B)	3,90
(Df/B)	1,00
I1	0,405
I2	0,038
If (figura)	0,65
ρi (metros)	0,0117
ρi (centimetros)	1,17
ρi (milimetros)	11,7

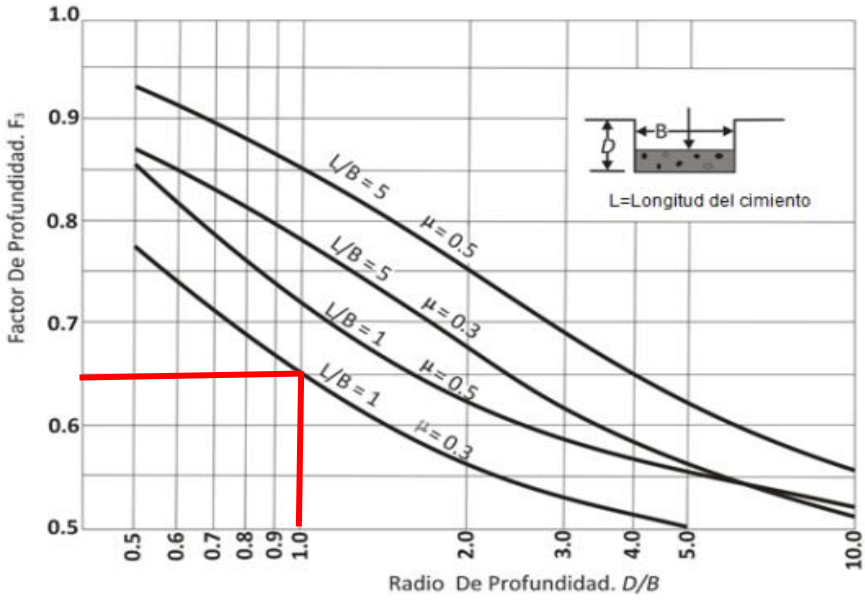


Figura 6.41. Factor de influencia I_F , para cimentaciones a una profundidad D_f (USACE, 1992)

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes

CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE.

CALCULO DE ASENTAMIENTO DIFERENCIALES

Cargas maximas de servicio (kN)		B (m)	L (m)	Df (m)	μ	Es (kPa)	H (m)	M (L/B)	N (H/B)	$\frac{Df}{B}$	I_1	I_2	I_F	Asentamientos (mm)	Distancia entre apoyos (mm)	Diferencia entre asentamientos (mm)	Asentamientos maximos permitidos (mm)	CUMPLE / NO CUMPLE
B4	38,0	0,8	0,8	2,00	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,50	0,871	0,021	0,57	2,78	4280	0,67	14,3	CUMPLE
B5	48,0	0,8	0,8	2,25	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,81	0,871	0,021	0,56	3,45	4280			
B5	48,0	0,8	0,8	2,25	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,81	0,871	0,021	0,56	3,45	4000	0,01	13,3	CUMPLE
B6	49,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,55	3,46	4000			
B6	49,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,53	3,33	4000	0,00	13,3	CUMPLE
B7	50,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,34	4000			
B7	50,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,34	4000	0,00	13,3	CUMPLE
B8	51,0	0,8	0,8	2,8	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,50	0,871	0,021	0,51	3,34	4000			
E5	55,0	0,8	0,8	2,25	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,81	0,871	0,021	0,56	3,95	4000	-0,14	13,3	CUMPLE
E6	54,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,55	3,81	4000			
E6	54,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,55	3,81	4000	0,27	13,3	CUMPLE
E7	53,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,54	4000			
E7	53,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,54	4000	2,13	13,3	CUMPLE
E8	52,0	0,8	0,8	2,8	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,50	0,871	0,021	0,51	1,40	4000			
B2	19,0	1,00	1,00	1,6	0,3	5011	5,85	1,00	5,85	1,60	0,79	0,026	0,6	1,67	1890	2,43	6,3	CUMPLE
D2	56,0	0,8	0,8	1,6	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,00	0,871	0,021	0,57	4,10	1890			
B4	38,0	0,8	0,8	2,00	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,50	0,871	0,021	0,57	2,78	1890	1,39	6,3	CUMPLE
D4	57,0	0,8	0,8	2,00	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,50	0,871	0,021	0,57	4,17	1890			
B5	48,0	0,8	0,8	2,25	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,81	0,871	0,021	0,56	3,45	6700	0,50	22,3	CUMPLE
E5	55,0	0,8	0,8	2,25	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	2,81	0,871	0,021	0,56	3,95	6700			
B6	49,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,55	3,46	6700	0,35	22,3	CUMPLE
E6	54,0	0,8	0,8	2,44	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,05	0,871	0,021	0,55	3,81	6700			
B7	50,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,34	6700	0,20	22,3	CUMPLE
E7	53,0	0,8	0,8	2,56	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,20	0,871	0,021	0,52	3,54	6700			
B8	51,0	0,8	0,8	2,8	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,50	0,871	0,021	0,51	3,34	6700	0,07	22,3	CUMPLE
E8	52,0	0,8	0,8	2,8	0,3	5011	5,85	1,00	7,31	3,50	0,871	0,021	0,51	3,40	6700			

Harold David Torres Vallejo
Ingeniero Civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **16-AGO-1994**

PUERTO GUZMAN
(PUTUMAYO)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.69	**B+**	**M**
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

04-SEP-2012 MOCOA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

P-6400100-00416237-M-1124861052-20121210 0031883955A 1 37284853

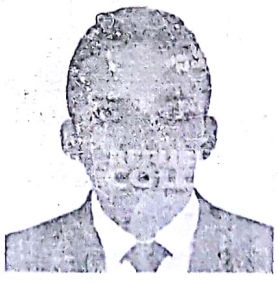
REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.124.861.052**

TORRES VALLEJO
APELLIDOS

HAROLD DAVID
NOMBRES

Harold Torres V.
FIRMA



REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.

54202-386771 NTS

Fecha de Expedición: **19/04/2018**

Nombre:
HAROLD DAVID
TORRES VALLEJO

Identificación:
C.C. 1124861052

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



180044/0118

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

DIRECTOR GENERAL

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

Universidad® de Medellín
Ciencia y Libertad

La Universidad de Medellín con personería jurídica reconocida mediante Resolución número 103 de 31 de julio de 1950 del Ministerio de Justicia

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y CON AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

OTORGA EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES

A

HAROLD DAVID TORRES VALLEJO

C.C. 1.124.861.052

POR HABER COMPLETADO LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Expedido en Medellín el 30 de julio de 2020

El Rector,

CÉSAR A. GUERRA ARROYAVE

El Secretario General,

JAVIER BOTERO MARTÍNEZ

Anotado en el Folio 49482 del Libro de Registro de Diplomas número 99

24822

Universidad® de Medellín
Ciencia y Libertad

REGISTRO DE DIPLOMA: 49402 **LIBRO:** 99

Nombres y Apellidos: HAROLD DAVID TORRES VALLEJO

Documento de identidad: 1.124.861.052

Título Obtenido: ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Acta de Grado: 18042

Diploma: 24822

Fecha de graduación: 30/07/2020

Fecha de registro del diploma: 30/07/2020

Medellín, 30 de julio de 2020

SANDRA PATRICIA GIRALDO MONTOYA
JEFE DE ADMISIONES Y REGISTRO

05 noviembre de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **HAROLD DAVID TORRES VALLEJO**, identificado con cedula de ciudadanía **N.º 1.124.861.052** de Mocoa Putumayo, en mi calidad de **INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIZACIÓN EN GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES** con matrícula profesional No. 54202-386771, **CERTIFICO** que el **ESTUDIO GEOTÉCNICO**, realizado para el proyecto **"CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DEL SANTUARIO DE FLORA Y PLANTAS MEDICINALES ORITO INGI - ANDE".** cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la ley colombiana y demás normas reglamentarias vigentes.

En consecuencia, asumo mi responsabilidad referente al Estudio geotécnico realizado para el proyecto.

Cabe resaltar que en los procesos constructivos del proyecto se deben tener en cuenta cada uno de los detalles presentados en los respectivos estudios y que en caso de alguna modificación debe ser avalada por un profesional idóneo, quien a su vez asumirá la responsabilidad.

Cordialmente:

HAROLD DAVID TORRES VALLEJO
Ingeniero civil
Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes
M.P. 54202-386771 NTS