

**MARTA INÉS GONZÁLEZ S.**

Ingeniero Civil M Sc.

---

Bogotá, D. C., 28 de junio de 2024  
MIG112A/24

Arquitecta

**MARÍA INÉS GARCÍA – REYES**

ANZELLINI GARCÍA – REYES ARQUITECTOS SAS

Bogotá, D. C.

Ref.: **SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE LA DIRECCIÓN TERRITORIAL PACÍFICO, INCLUYENDO LA GESTIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS – Estudio de Suelos PNN Los Katíos, Sede Sautatá, Municipio de Riosucio, Chocó**

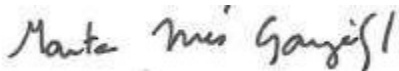
Estimada María Inés:

A continuación, le presento un informe con el estudio de suelos y las recomendaciones de cimentación para la sede Sautatá del Parque Nacional Natural Los Katíos, la cual está ubicada en el municipio de Riosucio, departamento del Chocó.

Este informe incluye una descripción del perfil estratigráfico encontrado, una evaluación de las condiciones de cimentación y las recomendaciones constructivas correspondientes. Se anexan también las memorias y la localización de los apiques, el resumen de ensayos de laboratorio y las memorias de cálculo.

Tendré el mayor gusto en colaborar con usted en todo lo referente a este estudio.

Atentamente,



**Marta Inés González S.**

Ingeniero Civil M Sc. Geotecnia

**SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS  
PARA LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE LA DIRECCIÓN TERRITORIAL PACÍFICO,  
INCLUYENDO LA GESTIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS**

**ESTUDIO DE SUELOS SEDE SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO,  
DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.**

**Arq. María Inés García – Reyes R.  
ANZELLINI GARCÍA – REYES ARQUITECTOS SAS**

**MIG112A/24**

**Bogotá, D. C., 28 de junio de 2024.**

## **RESUMEN**

Este informe contiene el estudio de suelos y las recomendaciones de cimentación para la Sede Sautatá del PNN Los Katíos, la cual está ubicada en la vereda Sautatá, de municipio de Riosucio, en el Departamento del Chocó. El proyecto arquitectónico incluye tres cabañas con habitaciones, de las cuales dos se construirán y una quedará solo proyectada, y dos cabañas más con zonas de trabajo y zona social. Las cabañas de habitaciones tienen su acceso por una plataforma peatonal de 2.0 m de anchura, ubicada al costado occidental, en sentido norte – sur, la cual conduce a las otras dos cabañas principales. Todas las estructuras están planteadas de un piso, elevado 0.6 m sobre el terreno natural, y se construirán totalmente en madera. Teniendo en cuenta las características de las estructuras a cimentar, las propiedades del perfil estratigráfico encontrado, y la topografía del lugar, se valuó una cimentación superficial por medio de zapatas cuadradas apoyadas a profundidades de 0.6 m, sobre un estrato de arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH), para la cual se estimó una capacidad portante admisible de  $8.8 \text{ T/m}^2$ . Para cargas por columna de 0.7 a 5.2 T, resultaron anchos de zapatas cuadradas de 0.5 a 1.0 m, los cuales garantizan asentamientos diferenciales dentro de los rangos admisibles.

## **CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	6
1 PRELIMINARES .....	6
1.1 Características de la Estructura .....	6
1.2 Exploración .....	7
1.3 Ensayos de Laboratorio .....	8
2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO ENCONTRADO.....	9
2.1 Relleno de Material de Excavación .....	9
2.2 Arcilla algo Arenosa Roja, de Alta Plasticidad (CH) .....	9
2.3 Arcilla algo Arenosa Roja, de Alta Plasticidad, Húmeda (CH) .....	9
2.4 Arcilla Gris Clara, de Alta Plasticidad, Húmeda (CH).....	9
2.5 Nivel Freático .....	10
3 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN .....	10
3.1 Zapatas Cuadradas .....	10
3.1.1 Capacidad portante.....	10
3.1.2 Asentamientos.....	10
4 RECOMENDACIONES .....	11
4.1 Zapatas Cuadradas .....	11
4.2 Parámetros Sísmicos .....	11
4.3 Proyecto Definitivo.....	11
BIBLIOGRAFÍA .....	12

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 – Características de cimentación de las Zapatas Cuadradas .....	11
---	----

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Principales Zonas Contempladas dentro del Proyecto. ....	7
Figura 2 - Localización de Sondeos. ....	8

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A**  
**Anexo B**  
**Anexo C**

## **INTRODUCCIÓN**

Parques Nacionales Naturales de Colombia, con financiación de KFW, y la Dirección Territorial Pacífico aprobaron la realización de un proyecto arquitectónico para la Sede Sautatá del PNN Los Katíos, la cual está ubicada en el municipio de Riosucio, departamento del Chocó.

Dentro de las diferentes actividades necesarias para completar este diseño fue necesario realizar el presente Estudio de Suelos, el cual tiene por objeto evaluar los suelos y las condiciones de cimentación de las estructuras que componen la sede, con el fin de seleccionar y dimensionar el tipo de cimentación y la cota de apoyo recomendada en este caso.

En la realización del Estudio de Suelos se desarrollaron las siguientes actividades:

- Planeación de trabajos de campo, con base en la información general disponible y la ubicación del proyecto arquitectónico.
- Visita al sitio con el fin de localizar los sondeos a realizar y reunir información adicional, proveniente de personas del lugar, en lo que respecta a niveles de agua, etc.
- Orden de ensayos de laboratorio, dependiendo del tipo de suelos encontrados.
- Creación de un perfil estratigráfico típico del lote, con base en la información obtenida de los sondeos, los resultados de los ensayos de laboratorio y el levantamiento topográfico.
- Análisis de las cimentaciones a proponer para las estructuras contenidas en el proyecto arquitectónico y ubicadas dentro del perfil estratigráfico encontrado. Esto incluyó cálculo de capacidad portante y estimativos de asentamientos.
- Revisión de cumplimiento de normas y factores de seguridad, ajustados en un todo a las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

### **1 PRELIMINARES**

La sede Sautatá del PNN Los Katíos está ubicada en Sautatá, un antiguo ingenio azucarero, y está circundada en todos sus costados por el área de reserva.

El acceso a la sede se realizó por vía fluvial, desde el municipio de Apartadó, navegando río arriba por el río Atrato, hasta Sautatá. Luego se sigue por vía terrestre, unos 700.0 m, hasta llegar a la sede existente.

Debido al mal estado de las construcciones existentes, y a que estas no cumplen con las normas sismo resistentes, se planteó hacer una obra totalmente nueva.

#### **1.1 Características de la Estructura**

El proyecto arquitectónico para la sede Sautatá del PNN Los Katíos comprende la construcción de tres cabañas con habitaciones, de las cuales una quedará proyectada, para ser construida posteriormente, y dos cabañas más con zonas de trabajo, comedor, salones, etc.



Todas las estructuras están planteadas de un piso, elevado 0.60 m sobre el terreno natural, y se construirán totalmente en madera. En la figura 1 se presenta la distribución arquitectónica de las cabañas.



**Figura 1 – Principales Zonas Contempladas dentro del Proyecto.**

Fuente: Elaboración propia.

Las cabañas para alojamiento de funcionarios tienen áreas de 6.0 x 9.0 m, y cada una de ellas incluye cuatro habitaciones, un baño y un estar de cabaña. Su estructura tiene luces típicas de 3.0 m entre columnas. Para efectos del desarrollo de este informe se estimaron cargas por columna variando de 1.2 a 3.0 T. Se anota, sin embargo, que las cargas reales serán las suministradas por los ingenieros calculistas del proyecto.

Las cabañas tienen su acceso por una plataforma peatonal de 2.0 m de anchura, ubicada al costado occidental, en sentido norte – sur, la cual conduce a las otras dos cabañas principales. Para esta plataforma se estimaron cargas típicas de 1.0 T por columna.

Las otras dos cabañas tienen áreas en planta de 12.0 x 9.0 m, con luces entre columnas variando de 2.0 a 9.0 m. En una de estas cabañas está dispuesta un área de trabajo, un estar múltiple - comedor, cocina, alacena y baños. En la otra se tienen ubicados un salón múltiple, una bodega y una batería de baños. De nuevo, para efectos del desarrollo de este informe se estimaron cargas por columna de 0.7 a 5.2 T.

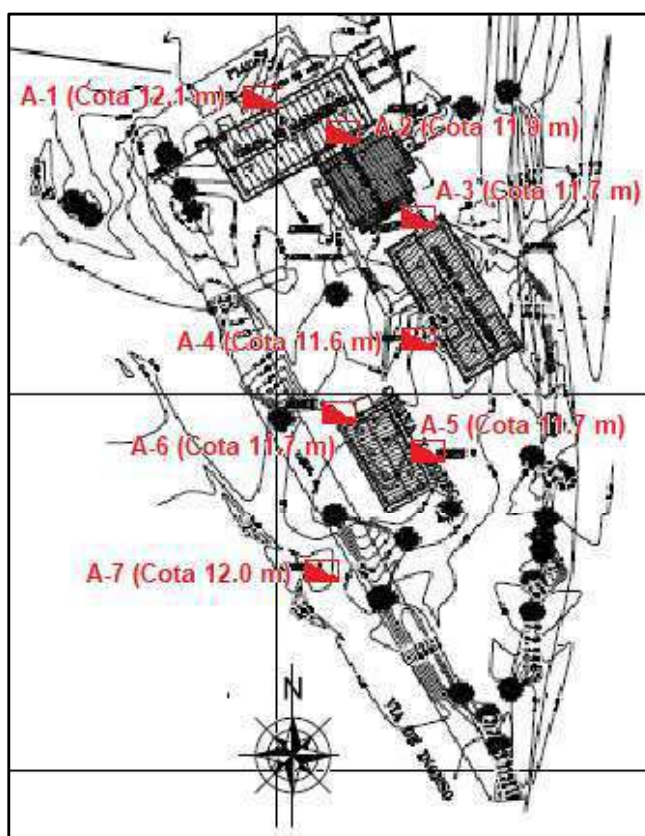
## **1.2 Exploración**

El jueves 4 de abril de 2024 se excavaron nueve (9) apiques en el lote en estudio. Seis (6) de los apiques se ubicaron en el área donde se proyecta construir la sede del parque, uno

(1), en el área de la vía de acceso, y otros dos (2) apiques se localizaron junto a dos apoyos existentes, con el fin de estudiar el estado de un apoyo de madera y de otro concreto.

Los apiques se excavaron manualmente, se llevaron a profundidades 1.0 a 2.2 m, y permitieron tomar muestras representativas del perfil estratigráfico encontrado, muchas de las cuales fueron ensayadas luego en el laboratorio. En combinación con el proceso de muestreo se efectuaron también mediciones de resistencia a la compresión inconfiada, mediante un penetrómetro de bolsillo.

La descripción de los suelos encontrados y los resultados de los ensayos de campo se presentan en las Memorias de Apiques, **Anexo A**. A continuación, se presenta una figura con la localización de los apiques realizados.



**Figura 2 - Localización de Sondeos.**  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.3 Ensayos de Laboratorio

El programa de ensayos de laboratorio incluyó la medición de humedades naturales y la determinación de límites líquidos y plásticos, propiedades que permiten evaluar, entre otros, la plasticidad de los suelos finos, y ensayos de resistencia a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, para determinar la resistencia al corte de los suelos cohesivos. También se ordenaron ensayos de lavado sobre el tamiz No.200, con el fin de establecer los porcentajes de suelos finos presentes en algunos de los suelos encontrados.

Los resultados de los ensayos de laboratorio aparecen en el cuadro titulado "Resumen de Ensayos de Laboratorio", contenido en el **Anexo B** Ensayos de Laboratorio. En este anexo también se incluyó una "Representación Gráfica del Perfil Estratigráfico Encontrado" y las memorias correspondientes a cada ensayo.

## **2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO ENCONTRADO**

### **2.1 Relleno de Material de Excavación**

Aparece en todos los apiques, a excepción del A-4 y el A.5, desde la superficie del terreno, cotas 12.1 a 11.7 m, hasta cotas de 11.9 a 11.5 m. Este relleno deberá ser totalmente removido en el área de los cimientos de las nuevas edificaciones.

En el apique A-4, apareció, desde la superficie del terreno, cota 11.6 m, hasta la cota 11.4 m, un limo carmelito oscuro, con raíces, agrietado, el cual también deberá removerse en el área de los cimientos para las nuevas edificaciones.

### **2.2 Arcilla algo Arenosa Roja, de Alta Plasticidad (CH)**

Enseguida se encontró una arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad, clasificada como CH, según la Clasificación Unificada de los Suelos. Esta arcilla desciende desde cotas de 11.9 a 11.5 m, hasta cotas de 11.2 a 10.5 m, y se caracteriza por tener contenidos de humedad de 36 a 39%, límites líquidos de 44 a 67% y límites plásticos de 24 a 27%. Se registraron además resistencias a la compresión inconfiada medidas con penetrómetro de bolsillo, de 1.20 a 2.50 kg/cm<sup>2</sup>, y resistencias a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, de 1.05 a 1.09 kg/cm<sup>2</sup>, con pesos unitarios húmedos de 1.35 a 1.50 T/m<sup>3</sup> y pesos unitarios secos de 0.99 a 1.08 T/m<sup>3</sup>.

### **2.3 Arcilla algo Arenosa Roja, de Alta Plasticidad, Húmeda (CH)**

A continuación, desde cotas de 11.2 a 10.5 m, hasta cotas de 10.4 a 9.5 m, se encontró una arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH), húmeda, con resistencias a la compresión inconfiada medidas con penetrómetro de bolsillo, de 0.75 a 2.20 kg/cm<sup>2</sup>, resistencias a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, de 0.49 a 1.21 kg/cm<sup>2</sup>, pesos unitarios húmedos de 1.35 a 1.65 T/m<sup>3</sup> y pesos unitarios secos de 0.98 a 1.13 T/m<sup>3</sup>, contenidos de humedad de 38 a 46%, límites líquidos de 66 a 68% y límites plásticos de 30 a 33%.

En el apique A-3, apareció, entre cotas de 10.8 a 10.1 m, un limo rojo de alta plasticidad, húmedo (MH), el cual presenta contenidos de humedad de 46%, límites líquidos de 66%, límites plásticos de 33% y una resistencia a la compresión inconfiada sobre muestra remoldeada de 0.49 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.4 Arcilla Gris Clara, de Alta Plasticidad, Húmeda (CH)**

Enseguida se encontró, desde cotas de 10.4 a 9.9 m, hasta la terminación de los apiques a cotas de 10.1 a 9.4 m, una arcilla gris clara, de alta plasticidad, húmeda (CH), con

resistencias a la compresión inconfiada medidas con penetrómetro de bolsillo, de 0.50 a 1.10 kg/cm<sup>2</sup>, resistencias a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, de 0.52 a 1.16 kg/cm<sup>2</sup>, pesos unitarios húmedos de 1.60 a 1.96 T/m<sup>3</sup> y pesos unitarios secos de 1.10 a 1.37 T/m<sup>3</sup>, contenidos de humedad de 43 a 47%, límites líquidos de 64 a 65% y límites plásticos de 27 a 29%.

## **2.5 Nivel Freático**

El nivel freático apareció en los apiques A-1, A-2 y A-3, a profundidades de 2.0 a 2.1 m, las cuales corresponden a cotas de 10.1 a 9.6 m.

En los apiques A-4 a A-7 no se registró presencia de nivel freático.

## **3 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

Teniendo en cuenta las características de las estructuras a cimentar, las propiedades del perfil estratigráfico encontrado y la topografía general del lugar, se evaluó una cimentación superficial por medio de zapatas cuadradas apoyadas a profundidades de mínimo 0.6 m, con respecto al nivel actual del terreno, dentro de la arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH) que aparece a continuación del relleno de material de excavación, desde cotas de 11.9 a 11.5 m, en los puntos donde se ubicaron los apiques.

### **3.1 Zapatas Cuadradas**

#### **3.1.1 Capacidad portante**

Se proporcionaron zapatas cuadradas apoyadas a 0.6 m de profundidad dentro del estrato de arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH) que se caracteriza por resistencias a la compresión inconfiada medidas con penetrómetro de bolsillo, de 1.20 a 2.50 kg/cm<sup>2</sup>, y resistencias a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, de 1.05 a 1.09 kg/cm<sup>2</sup>, con pesos unitarios húmedos de 1.35 a 1.50 T/m<sup>3</sup> y pesos unitarios secos de 0.99 a 1.08 T/m<sup>3</sup>.

Tomando un valor ponderado por profundidad para la resistencia a la compresión inconfiada de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>, resultó una capacidad portante máxima admisible de 8.8 T/m<sup>2</sup>.

Al realizar un proporcionamiento de zapatas cuadradas, para asentamientos diferenciales mínimos, para las Cabañas Social y de Trabajo (cabañas grandes), resultaron anchos de zapata de 0.3 a 1.0 m, para cargas estimadas de 0.7 a 5.2 T por columna.

En el caso de las Cabañas de Habitaciones, resultaron anchos de zapata de 0.4 a 0.7 m, para cargas estimadas de 1.2 a 3.0 T por columna.

#### **3.1.2 Asentamientos**

Para el rango de cargas evaluado en las Cabañas Social y de Trabajo, se estimaron asentamientos totales máximos de 0.031 m, y asentamientos diferenciales de máximos de

0.017 m, los cuales se consideran admisibles, al compararlos con un asentamiento máximo admisible de 0.018 m, calculado como 0.0030 de la luz, para una luz de 6.0 m.

En cuanto a las Cabañas de Habitaciones, resultaron asentamientos totales máximos de 0.026 m y asentamientos diferenciales máximos de 0.008 m, inferiores a los máximos admisibles de 0.013 m, para una luz de 4.24 m, entre las columnas B4 y A5.

## **4 RECOMENDACIONES**

### **4.1 Zapatas Cuadradas**

En mi opinión, las cinco (5) cabañas de la sede Sautatá, del PNN Los Katíos, podrán cimentarse mediante zapatas cuadradas, apoyadas a 0.6 m de profundidad, dentro del estrato de arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH) que se caracteriza por tener resistencias a la compresión inconfiada, de 1.20 a 2.50 kg/cm<sup>2</sup>, y resistencias a la compresión inconfiada sobre muestras remoldeadas, de 1.05 a 1.09 kg/cm<sup>2</sup>.

Las zapatas se deberán proporcionar de acuerdo con la **Tabla 1:**

<b>ANCHO (m)</b>	<b>FATIGA (T/m<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA (T)</b>
0,5	6,9	≤1,6
0,6	6,5	2,2
0,7	6,2	2,9
0,8	5,9	3,6
0,9	5,7	4,5
1,0	5,6	5,4

**Tabla 1 – Características de cimentación de las Zapatas Cuadradas**  
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se recomienda usar un módulo de reacción del suelo variable entre 1.389 kN/m<sup>3</sup> y 1.677 kN/m<sup>3</sup>.

### **4.2 Parámetros Sísmicos**

De acuerdo con la información geotécnica obtenida, el perfil de suelo se puede clasificar como del tipo E, en una zona de riesgo sísmico alto, con una aceleración pico efectiva de A<sub>a</sub> de 0.35 y una velocidad horizontal pico efectiva A<sub>v</sub> de 0.35, según las normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NRS-10), sección A.

### **4.3 Proyecto Definitivo**

Se recomienda que una vez se tenga el plano definitivo de cimentación, me sea remitido junto con las correspondientes cargas, para su revisión y aprobación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

TERZAGHI K. y PECK R.B., *Soil Mechanics in Engineering Practice* - Approximate methods for the computation of the bearing capacity of foundations under consideration of both friction and cohesión of the soil. New York: 1948, Art.29, pp 169 – 173, ISBN 10: 0471852732 ISBN 13: 9780471852735.

PECK R.B., HANSON W.E. y THORNBURN T.H. *Ingeniería de Cimentaciones - Capítulo 3: Características de la consolidación de los suelos*. México D.F.: 1975, Limusa Noriega Editores 2da. Edición, págs. 91 a 98, ISBN 0-471-67585-7.

LEONARDS G.A., *Foundation Engineering - Influence charts for Infinitely Long Foundation y Square Foundation*. New York: 1962 Civil Engineering Series, – Mc Graw Hill, págs. 558 y 559, ISBN-10: 0070371989; ISBN-13: 978-0070371989.

HOUSEL W.S., *Applied soil mechanics*. Michigan: 1960, Edwards Brothers Inc, Ann Arbor.

## **ANEXOS**

**MARTA INÉS GONZÁLEZ S.**  
Ingeniero Civil M Sc.

MIG112A/24

**ANEXO A: MEMORIAS DE APIQUES**



Ingeniero Civil| M Sc. Geotecnia

**PROYECTO:** PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

**PERFORADOR:** Mario Hincapié

**EQUIPO:**

**COTA:** 12.1 m

<b>NOTAS:</b> APIQUÉ UBICADO EN EL SECTOR L		<b>TABLA DE AGUA:</b>	2.00 m Cota 10,1 m
<b>q<sub>u</sub>:</b>	Resistencia a la compresión confinada, medida con penetrómetro de bolsillo (kg / cm <sup>2</sup> )		<b>HOJA: 1 DE 1</b>

Ingeniero Civil| M Sc. Geotecnia

**PROYECTO:** PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

**PERFORADOR:** Mario Hincapié

**SONDEO: A-2** (Salón Comunal)

**COTA:** 11.9 m

<b>NOTAS:</b> APIQUE UBICADO EN EL SECTOR DEL SALÓN COMUNAL		<b>TABLA DE AGUA:</b>	2.00	m Cota 9,9m
<b>q<sub>u</sub>:</b>	Resistencia a la compresión confinada, medida con penetrómetro de bolsillo (kg / cm <sup>2</sup> )			
		<b>HOJA: 1 DE 1</b>		

Ingeniero Civil| M Sc. Geotecnia

**PROYECTO:** PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

**PERFORADOR:** Mario Hincapié

1

**UBICACION:** 1,360,446,99 N; 662,593,00 E

2.10 m Cota 9,6 m

**HOJA: 1 DE 1**

Marta Inés González S.

Ingeniero Civil M Sc. Geotecnia

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO: PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

FECHA: Abril 04 de 2024

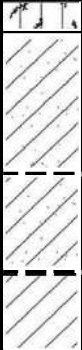
SONDEO: A-4 (Dormitorio Frontal)

PERFORADOR: Mario Hincapié

UBICACION: 1,360,431,06 N; 662,594,25 E

EQUIPO: -

COTA: 11.6 m

PROFUNDIDADES			DESCRIPCION	OBSERVACIONES
	0.2	11.4	LIMO CARMELITO OSCURO CON RAÍCES, AGRIETADO	M-1 0,80 a 1,00 m Bolsa Prof=1,00 m $q_u = 1,75 \text{ kg/cm}^2$  M-2 1,80 a 2,00 m Bolsa
			ARCILLA ARENOSA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD (CH)	
	1.1	10.5	ARCILLA ARENOSA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD, HÚMEDA	
	1.7	9.9	ARCILLA GRIS CLARA, DE ALTA PLASTICIDAD, HÚMEDA (CH)	
	2.2	9.4		

NOTAS: APIQUE UBIC. EN EL SECTOR DEL DORMITORIO FRONTAL

TABLA DE AGUA: No apareció

$q_u$ : Resistencia a la compresión inconfnada, medida con  
penetrómetro de bolsillo (kg / cm<sup>2</sup>)

Ingeniero Civil| M Sc. Geotecnia

**PROYECTO:** PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

**PERFORADOR:** Mario Hincapié

**SONDEO: A-5** (Cocina)

**COTA:** 11.7 m

<b>NOTAS:</b> APIQUE UBICADO EN EL SECTOR COCINA	<b>TABLA DE AGUA:</b> No apareció	
$q_u$ : Resistencia a la compresión confinada, medida con penetrómetro de bolsillo (kg / cm <sup>2</sup> )		<b>HOJA: 1 DE 1</b>

Marta Inés González S.

Ingeniero Civil M Sc. Geotecnia

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:

PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

FECHA:

Abril 04 de 2024

SONDEO:

A-6 (Cocina Lateral)

PERFORADOR:

Mario Hincapié

UBICACION:


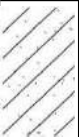


1,360,422,33 N; 662,581,62 E

EQUIPO:

-

COTA:

11.7 m

PROFUNDIDADES			DESCRIPCION	OBSERVACIONES
			RELLENO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	
	0.2	11.5	ARCILLA ARENOSA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD (CH)	M-1 0,80 a 1,00 m Bolsa
	1.1	10.6	ARCILLA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD, HÚMEDA	Prof= 0,90 m q <sub>u</sub> = 2,50 kg/cm <sup>2</sup>
	1.7	10.0	ARCILLA GRIS CLARA, DE ALTA PLASTICIDAD, HÚMEDA (CH)	Prof= 1,50 m q <sub>u</sub> = 1,00 kg/cm <sup>2</sup>
	2.2	9.5		M-2 1,70 a 1,90 m Bolsa

NOTAS:

APIQUE UBICADO EN EL SECTOR COCINA LATERAL

q<sub>u</sub>:

Resistencia a la compresión inconfínada, medida con  
penetrómetro de bolsillo (kg / cm<sup>2</sup>)

TABLA DE AGUA:

No apareció

HOJA: 1 DE 1

**Marta Inés González S.**

Ingeniero Civil M Sc. Geotecnia

**MEMORIA DE SONDEO**

**PROYECTO:** PNN LOS KATÍOS - Sede Sautatá,  
Municipio Riosucio, Depto. Chocó

**FECHA:** Abril 04 de 2024

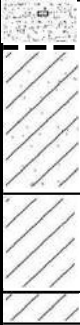
**SONDEO:** **A-7** (Sector Vía)

**PERFORADOR:** Mario Hincapié

**UBICACION:** 1,360,400,66 N; 662,581,15 E

**EQUIPO:** -

**COTA:** 12.0 m

PROFUNDIDADES			DESCRIPCION	OBSERVACIONES
	0.3	11.7	RELLENO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M-1 0,40 a 0,60 m Bolsa Prof= 0,60 m $q_u = 2,40 \text{ kg/cm}^2$ Prof= 1,30 m $q_u = 2,20 \text{ kg/cm}^2$ M-2 1,30 a 1,50 m Bolsa
	1.2	10.8	ARCILLA ARENOSA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD, SECA	
	1.8	10.2	ARCILLA ROJA, DE ALTA PLASTICIDAD, ALGO HÚMEDA (CH)	
	2.0	10.0	ARCILLA GRIS CLARA, DE ALTA PLASTICIDAD, HÚMEDA (CH)	

**NOTAS:** APIQUE UBICADO EN EL SECTOR DE LA VÍA

$q_u$ : Resistencia a la compresión inconfiada, medida con  
penetrómetro de bolsillo ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

**TABLA DE AGUA:** No apareció

**MARTA INÉS GONZÁLEZ S.**

Ingeniero Civil M Sc.

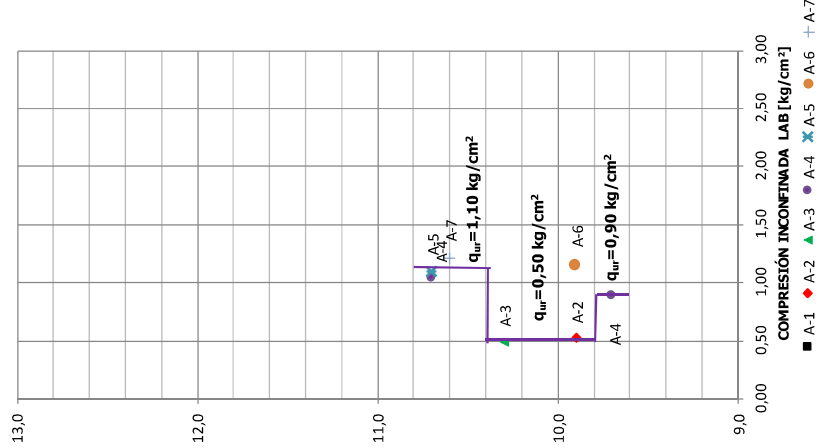
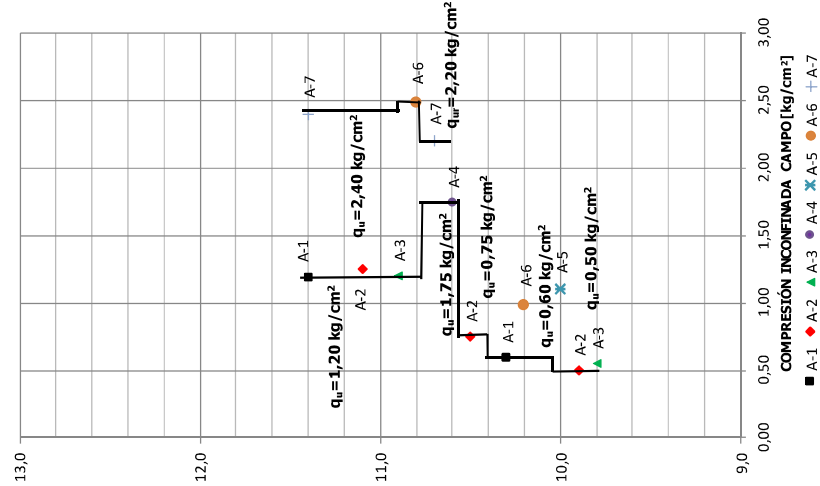
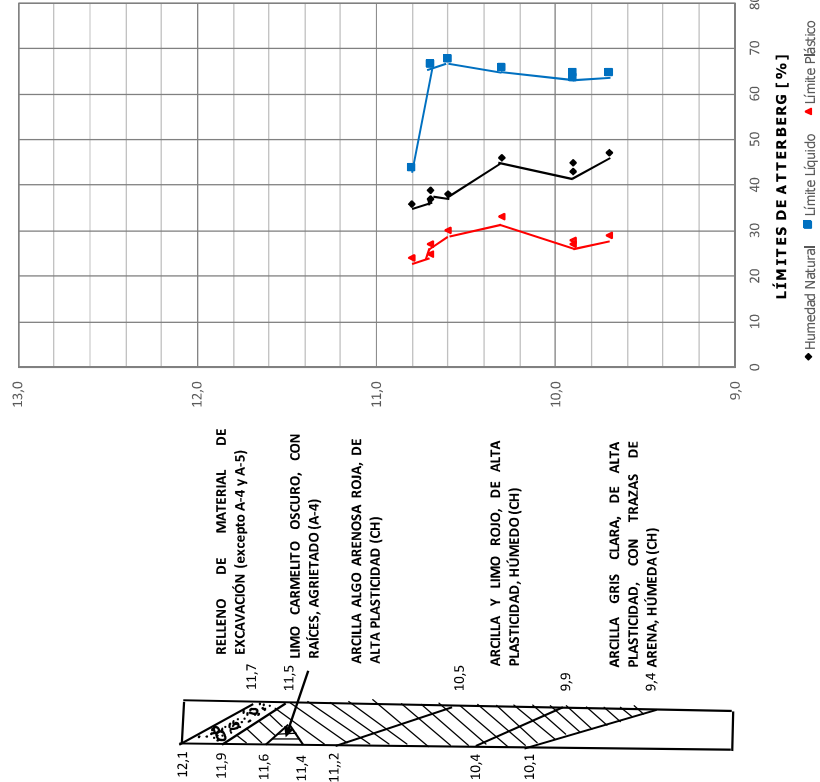
MIG112A/24

**ANEXO B: ENSAYOS DE LABORATORIO**





PNN LOS KATÍOS – SEDE SAUTATÁ



Representación Gráfica del Perfil Estratigráfico Encontrado



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-1

MUESTRA: 1

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,20 - 1,40

DESCRIPCIÓN: ARCILLA CON TRAZAS DE ARENA, COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD ALTA-MEDIA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

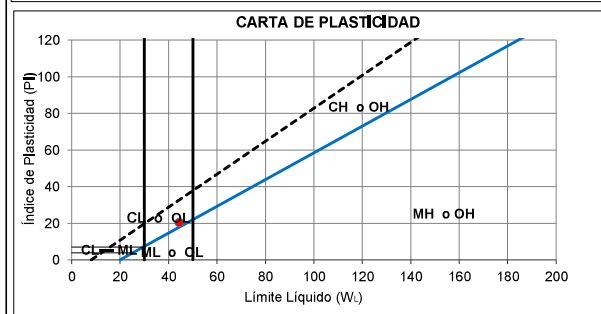
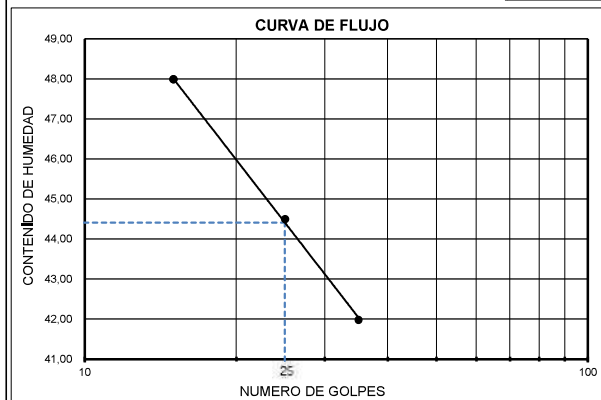
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	338	384	397
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	30,97	33,10	33,09
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	25,84	27,00	26,90
Masa recipiente (g)	13,62	13,29	14,00
Masa del Agua (g)	5,13	6,10	6,19
Masa Suelo Seco (g)	12,22	13,71	12,90
Contenido de Agua %	41,98	44,49	47,98

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	222	262	17
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	25,19	24,08	248,10
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	22,97	22,03	188,60
Masa recipiente (g)	13,70	13,46	23,30
Masa del Agua (g)	2,22	2,05	59,50
Masa Suelo Seco (g)	9,27	8,57	165,30
Contenido de Agua %	23,95	23,92	36,00

DETERMINACIÓN DEL  
CONTENIDO DE  
HUMEDAD  
NORMA I.N.V.E - 122-13



#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

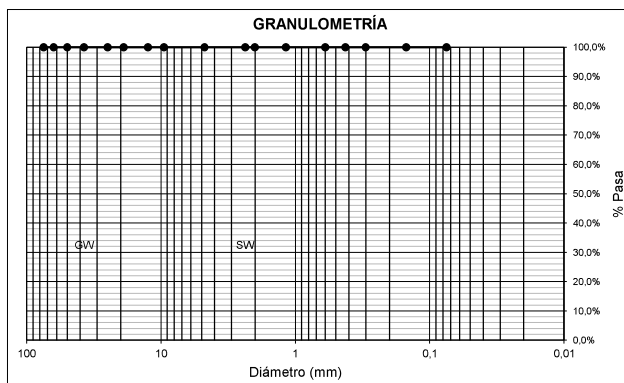
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	165,3
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	100,7
Pasa tamiz N° 200 (%)	39,08

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido <u>44</u> %	GRAVAS <u>          </u>	Índice de Consistencia <u>0,411</u>
Límite Plástico <u>24</u> %	ARENA <u>          </u>	Índice de Fluidez <u>16,317</u>
Índice Plasticidad <u>20</u> %	FINOS <u>          </u>	Índice de Liquidez <u>0,589</u>
Humedad <u>36,0</u> %		A.A.S.H.T.O. <u>A-7-6</u>
Clasificación U.S.C <u>CL</u>		Índice de Grupo <u>13</u>

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-2

MUESTRA: 2

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,90 - 2,10

DESCRIPCIÓN: ARCILLA CON ALGO DE ARENA, COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	374	256	279
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	30,19	31,46	33,39
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	23,78	24,47	25,45
Masa recipiente (g)	13,42	13,61	13,72
Masa del Agua (g)	6,41	6,99	7,94
Masa Suelo Seco (g)	10,36	10,86	11,73
Contenido de Agua %	61,87	64,36	67,69

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	208	296	73
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	24,74	23,65	223,60
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	22,37	21,51	161,20
Masa recipiente (g)	13,90	13,76	23,50
Masa del Agua (g)	2,37	2,14	62,40
Masa Suelo Seco (g)	8,47	7,75	137,70
Contenido de Agua %	27,98	27,61	45,32

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA I.N.V.E - 122-13

#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

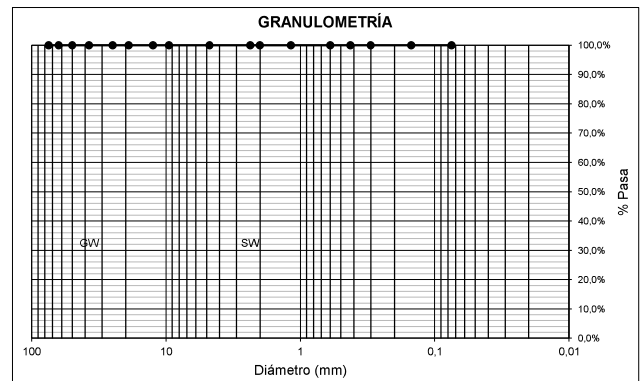
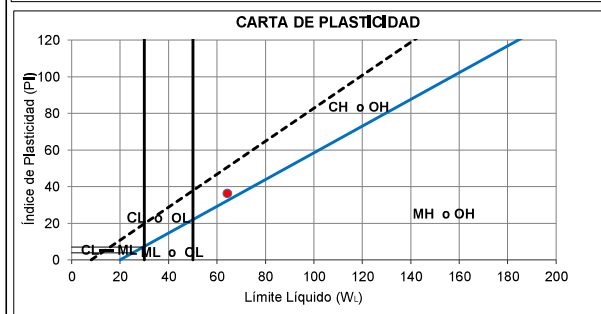
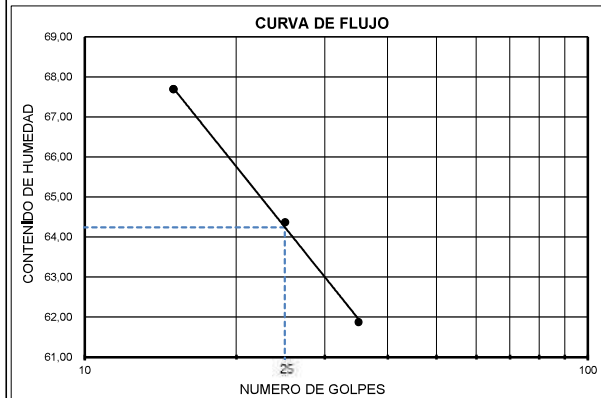
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	137,7
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	8,9
Pasa tamiz N° 200 (%)	93,54

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido 64 %	GRAVAS _____	Índice de Consistencia 0,519
Límite Plástico 28 %	ARENA _____	Índice de Fluidez 15,808
Índice Plasticidad 36 %	FINOS _____	Índice de Liquidez 0,481
Humedad 45,3 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 = 6
Clasificación U.S.C CH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-3

MUESTRA: 1

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,30 - 1,50

DESCRIPCIÓN: LIMO COLOR MARRÓN CLARO, PLASTICIDAD ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	340	255	336
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	32,25	31,36	34,01
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	25,13	24,32	25,80
Masa recipiente (g)	13,87	13,63	13,96
Masa del Agua (g)	7,12	7,04	8,21
Masa Suelo Seco (g)	11,26	10,69	11,84
Contenido de Agua %	63,23	65,86	69,34

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	307	382	81
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	22,22	22,21	212,80
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	20,07	19,96	153,20
Masa recipiente (g)	13,63	13,21	23,00
Masa del Agua (g)	2,15	2,25	59,60
Masa Suelo Seco (g)	6,44	6,75	130,20
Contenido de Agua %	33,39	33,33	45,78

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA I.N.V.E - 122-13

#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

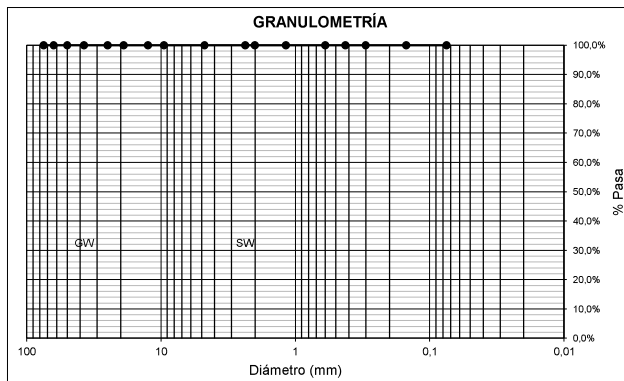
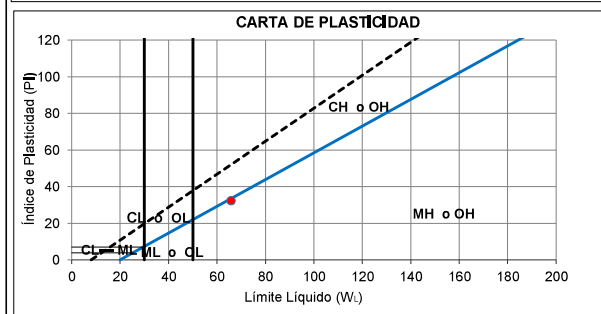
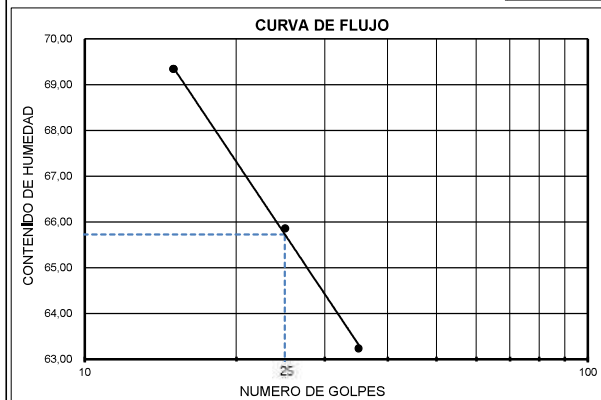
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	-
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-
Pasa tamiz N° 200 (%)	

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS


Límite Líquido 66 %	GRAVAS	Índice de Consistencia 0.616
Límite Plástico 33 %	ARENA	Índice de Fluidez 16.600
Índice Plasticidad 32 %	FINOS	Índice de Liquidez 0.384
Humedad 45,8 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
Clasificación U.S.C MH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24

	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.	ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE UN SUELO	GO-RT-001
			Versión: 5
			Vigencia: 14/03/2023

<b>OBRA:</b>	PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ		
<b>SONDEO/APIQUE:</b>	AP-4	<b>MUESTRA:</b>	1
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ	<b>PROFUNDIDAD m:</b>	0,80 -1,00
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	ARCILLA COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD MUY ALTA		
<b>INTERESADO:</b>	ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ	<b>FECHA:</b>	12-abr-24
		<b>ORDEN DE ENSAYO N°:</b>	0375-064

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS			
NORMA I.N.V. E - 125-13			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	227	308	354
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	32,89	33,59	32,00
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	25,47	25,66	24,75
Masa recipiente (g)	13,97	13,80	14,43
Masa del Agua (g)	7,42	7,93	7,25
Masa Suelo Seco (g)	11,50	11,86	10,32
Contenido de Agua %	64,52	66,86	70,25

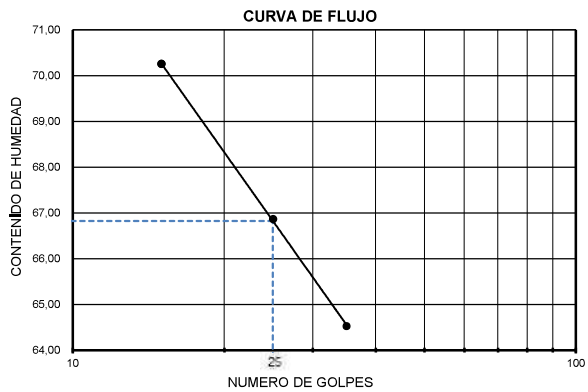
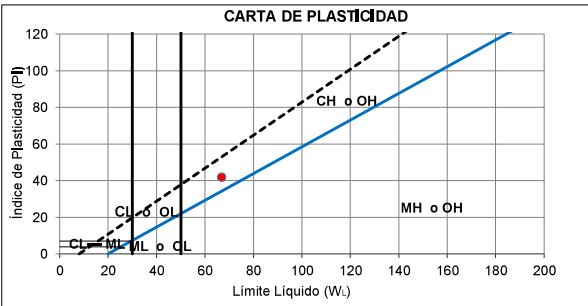
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS			
NORMA I.N.V.E - 126-13			
Recipiente No.	250	291	47
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	24,75	24,40	224,40
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	22,76	22,30	170,70
Masa recipiente (g)	14,74	13,85	23,50
Masa del Agua (g)	1,99	2,10	53,70
Masa Suelo Seco (g)	8,02	8,45	147,20
Contenido de Agua %	24,81	24,85	36,48

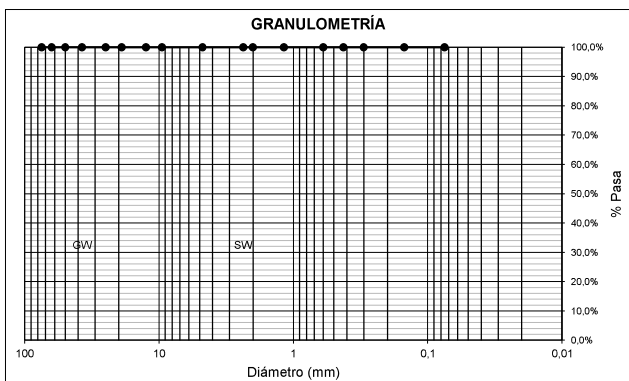
DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200					
NORMA I.N.V. E - 214-13					
Masa original de la muestra seca (B) g.	-				
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-				
Pasa tamiz N° 200 (%)					

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO					
NORMA NTC-1522.79					
Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



RESULTADOS					
Límite Líquido <u>67</u> % Límite Plástico <u>25</u> % Índice Plasticidad <u>42</u> % Humedad <u>36,5</u> % Clasificación U.S.C <u>CH</u>	GRAVAS _____ ARENA _____ FINOS _____	Índice de Consistencia <u>0,723</u> Índice de Fluidez <u>15,572</u> Índice de Liquidez <u>0,277</u> A.A.S.H.T.O. <u>A - 7 - 6</u> Índice de Grupo <u>20</u>			

OBSERVACIONES	
---------------	--

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M. FECHA: 12-abr-24	REVISÓ: A.M.S.G. FECHA: 15-abr-24
----------------------------------	--------------------------------------



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-4

MUESTRA: 2

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,80 - 2,00

DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD MUY ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	210	313	353
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	32,98	34,64	33,80
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	25,65	26,45	25,48
Masa recipiente (g)	13,94	13,91	13,34
Masa del Agua (g)	7,33	8,19	8,32
Masa Suelo Seco (g)	11,71	12,54	12,14
Contenido de Agua %	62,60	65,31	68,53

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	258	205	76
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	23,74	24,72	240,90
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	21,47	22,35	171,50
Masa recipiente (g)	13,55	13,99	22,80
Masa del Agua (g)	2,27	2,37	69,40
Masa Suelo Seco (g)	7,92	8,36	148,70
Contenido de Agua %	28,66	28,35	46,67

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA I.N.V.E - 122-13

#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

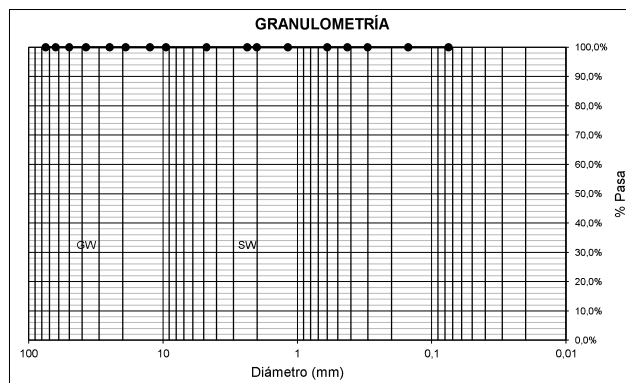
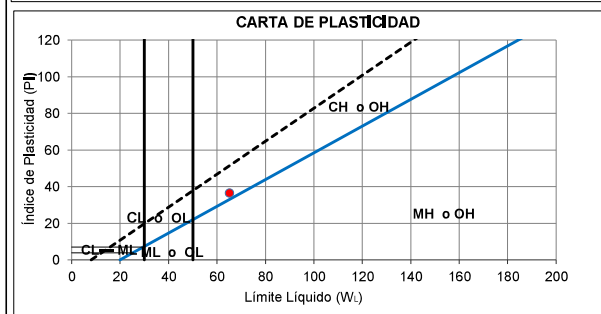
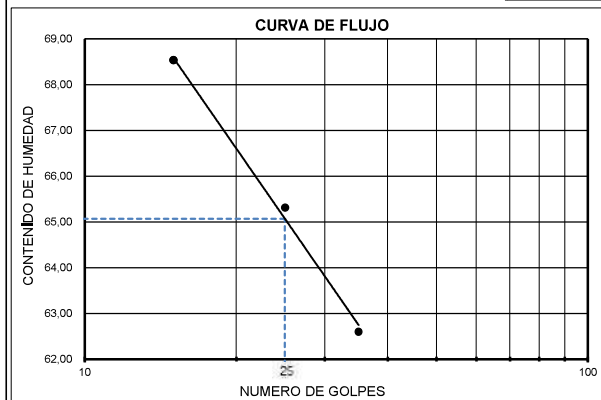
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	-
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-
Pasa tamiz N° 200 (%)	

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido 65 %	GRAVAS _____	Índice de Consistencia 0,503
Límite Plástico 29 %	ARENA _____	Índice de Fluidez 16,136
Índice Plasticidad 37 %	FINOS _____	Índice de Liquidez 0,497
Humedad 46,7 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
Clasificación U.S.C CH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-5

MUESTRA: 1

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 0,90 - 1,10

DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD MUY ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	350	375	236
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	30,83	32,66	32,63
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	24,09	25,20	25,04
Masa recipiente (g)	13,81	14,08	14,10
Masa del Agua (g)	6,74	7,46	7,59
Masa Suelo Seco (g)	10,28	11,12	10,94
Contenido de Agua %	65,56	67,09	69,38

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	292	381	101
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	23,79	24,16	204,30
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	21,69	21,92	154,30
Masa recipiente (g)	13,93	13,64	24,50
Masa del Agua (g)	2,10	2,24	50,00
Masa Suelo Seco (g)	7,76	8,28	129,80
Contenido de Agua %	27,06	27,05	38,52

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA I.N.V.E - 122-13

#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

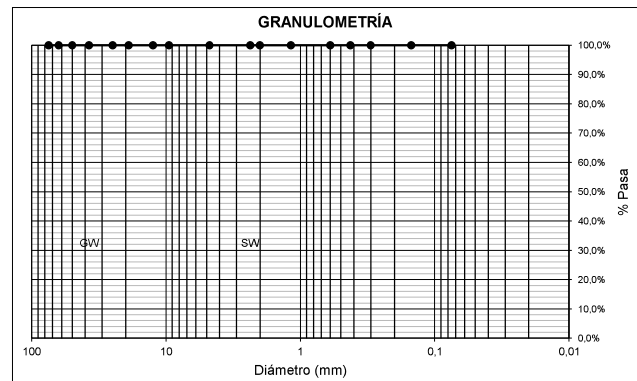
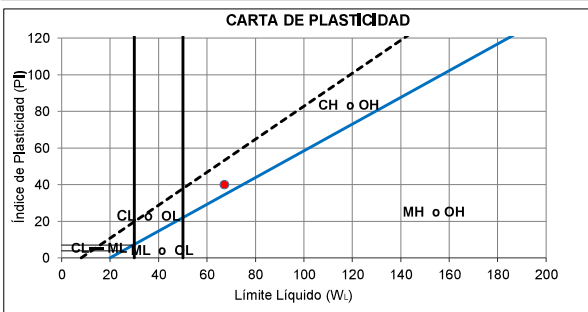
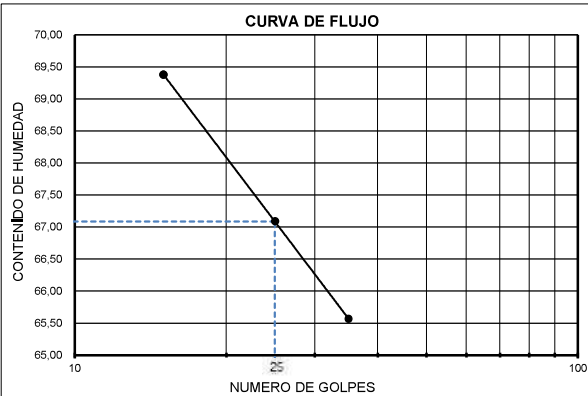
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	-
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-
Pasa tamiz N° 200 (%)	

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido 67 %	GRAVAS _____	Índice de Consistencia 0,714
Límite Plástico 27 %	ARENA _____	Índice de Fluidez 10,365
Índice Plasticidad 40 %	FINOS _____	Índice de Liquidez 0,286
Humedad 38,5 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 = 6
Clasificación U.S.C CH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24





SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-6

MUESTRA: 2

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,70 - 1,90

DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD MUY ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	351	278	343
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	33,32	31,71	31,61
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	25,64	24,41	24,21
Masa recipiente (g)	13,42	13,18	13,35
Masa del Agua (g)	7,68	7,30	7,40
Masa Suelo Seco (g)	12,22	11,23	10,86
Contenido de Agua %	62,85	65,00	68,14

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	251	220	196
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	24,68	24,05	282,70
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	22,47	21,90	204,70
Masa recipiente (g)	14,25	13,86	23,00
Masa del Agua (g)	2,21	2,15	78,00
Masa Suelo Seco (g)	8,22	8,04	181,70
Contenido de Agua %	26,89	26,74	42,93

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA I.N.V.E - 122-13

#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

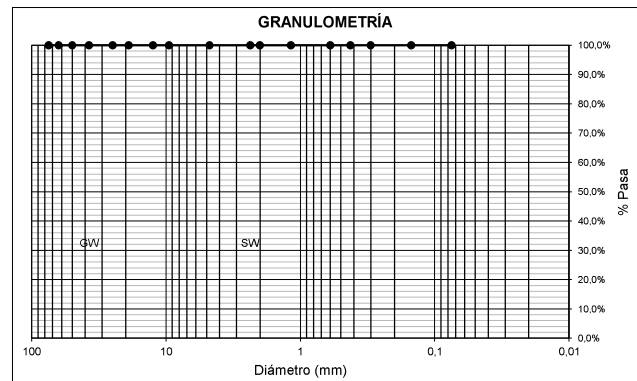
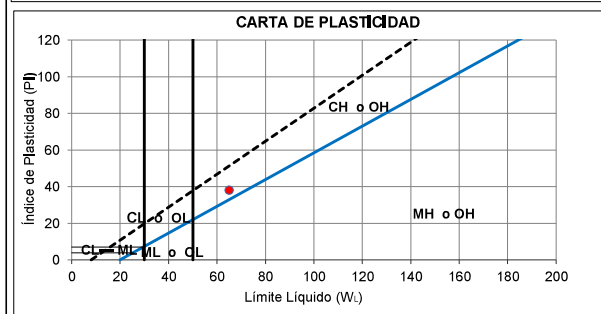
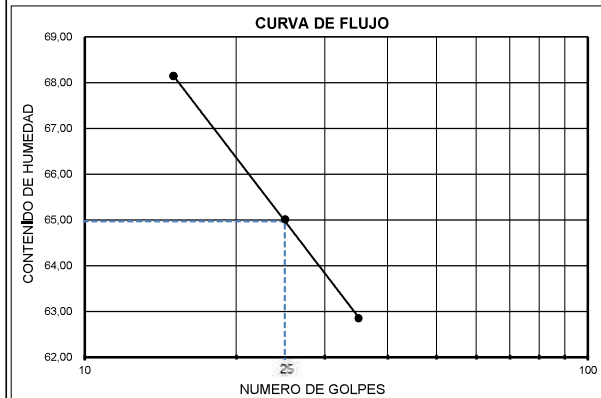
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	-
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-
Pasa tamiz N° 200 (%)	

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido 65 %	GRAVAS	Índice de Consistencia 0,578
Límite Plástico 27 %	ARENA	Índice de Fluidez 14,382
Índice Plasticidad 38 %	FINOS	Índice de Liquidez 0,422
Humedad 42,9 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 = 6
Clasificación U.S.C CH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24



SIERRA LABORATORIO  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
S.A.S.

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN  
DE UN SUELO

GO-RT-001  
Versión: 5  
Vigencia:  
14/03/2023

OBRA: PARQUE NACIONAL NATURAL KATIOS - SEDE SAUTATÁ

SONDEO/APIQUE: AP-7

MUESTRA: 2

LOCALIZACIÓN: VEREDA SAUTATÁ, MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CHOCÓ

PROFUNDIDAD m: 1,30 - 1,50

DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR MARRÓN, PLASTICIDAD MUY ALTA

INTERESADO: ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ

FECHA: 12-abr-24

ORDEN DE ENSAYO N°: 0375-064

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V. E - 125-13

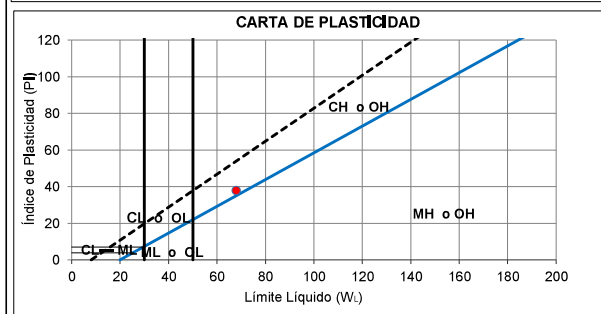
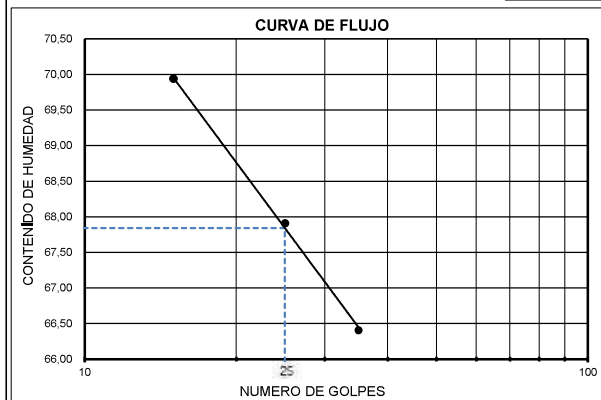
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	35	25	15
Recipiente No.	215	370	344
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	30,61	30,01	30,29
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	23,89	23,26	23,45
Masa recipiente (g)	13,77	13,32	13,67
Masa del Agua (g)	6,72	6,75	6,84
Masa Suelo Seco (g)	10,12	9,94	9,78
Contenido de Agua %	66,40	67,91	69,94

#### LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA I.N.V.E - 126-13

Recipiente No.	249	376	136
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	23,82	24,26	202,70
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	21,47	21,93	153,10
Masa recipiente (g)	13,62	14,10	22,00
Masa del Agua (g)	2,35	2,33	49,60
Masa Suelo Seco (g)	7,85	7,83	131,10
Contenido de Agua %	29,94	29,76	37,83

DETERMINACIÓN DEL  
CONTENIDO DE  
HUMEDAD  
NORMA I.N.V.E - 122-13



#### DETERMINACIÓN POR LAVADO DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200

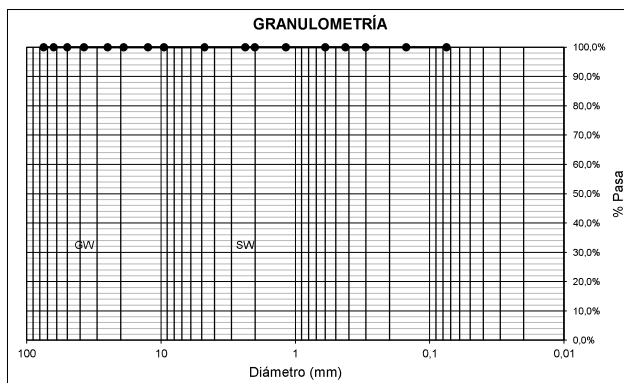
NORMA I.N.V. E - 214-13

Masa original de la muestra seca (B) g.	-
Masa de la muestra seca después de lavada (C) g.	-
Pasa tamiz N° 200 (%)	

#### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NORMA NTC-1522.79

Masa muestra después de lavado (g)					
Masa muestra antes de lavado (g)					
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
75,00	3"				
63,00	2 1/2"				
50,00	2"				
37,50	1 1/2"				
25,00	1"				
19,00	3/4"				
12,50	1/2"				
9,50	3/8"				
8,00	1/4"				
4,75	4				
2,36	8				
2,00	10				
1,18	16				
0,600	30				
0,425	40				
0,300	50				
0,250	60				
0,180	80				
0,150	100				
0,106	140				
0,075	200				
	Pasa 200				
	Lavado				
	total				



#### RESULTADOS

Límite Líquido 68 %	GRAVAS	Índice de Consistencia 0,790
Límite Plástico 30 %	ARENA	Índice de Fluidez 9,608
Índice Plasticidad 38 %	FINOS	Índice de Liquidez 0,210
Humedad 37,8 %		A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
Clasificación U.S.C CH		Índice de Grupo 20

#### OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.  
Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.

ENSAYO: A.M.  
FECHA: 12-abr-24

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-24



**INTERESADO :**      **ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ**      **FECHA:** 13-abr-2024

HUMEDAD	
RECIPIENTE No	73
P1 GRAMOS	223,6
P2 GRAMOS	161,2
P3 GRAMOS	23,5
<b>HUMEDAD %</b>	<b>45,32</b>

<b>PESO UNITARIO</b>	
<b>1,603</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>
<b>1,103</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>

LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACIÓN	1° DEFORM	ÁREA CORREG	RESISTENCIA
Kgf	( Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	18,63	0,000
0,78	0,78	10	0,0026	1,00	18,68	0,042
1,87	1,87	20	0,0052	0,99	18,72	0,100
2,96	2,96	30	0,0078	0,99	18,77	0,158
3,70	3,70	40	0,0104	0,99	18,82	0,197
4,41	4,41	50	0,0130	0,99	18,87	0,234
5,04	5,04	60	0,0156	0,98	18,92	0,266
5,70	5,70	70	0,0183	0,98	18,97	0,300
6,42	6,42	80	0,0209	0,98	19,02	0,337
6,96	6,96	90	0,0235	0,98	19,07	0,365
7,46	7,46	100	0,0261	0,97	19,13	0,390
8,11	8,11	120	0,0313	0,97	19,23	0,422
8,64	8,64	140	0,0365	0,96	19,33	0,447
9,02	9,02	160	0,0417	0,96	19,44	0,464
9,34	9,34	180	0,0469	0,95	19,54	0,478
9,74	9,74	200	0,0522	0,95	19,65	0,496
10,12	10,12	230	0,0600	0,94	19,82	0,511
10,31	10,31	260	0,0678	0,93	19,98	0,516
10,42	10,42	290	0,0756	0,92	20,15	0,517
10,48	10,48	320	0,0834	0,92	20,32	0,516
10,44	10,44	350	0,0913	0,91	20,50	0,509
10,29	10,29	380	0,0991	0,90	20,68	0,498

Este gráfico muestra la relación entre la resistencia y la deformación unitaria para el acero A572-50. La curva comienza en el origen (0,000) y sigue una trayectoria ascendente hasta alcanzar una resistencia máxima de aproximadamente 0,52 unidades a una deformación unitaria de 0,075. Después de este punto, la resistencia disminuye ligeramente, estabilizándose en torno a 0,50 unidades a una deformación unitaria de 0,100.

Deformación Unitaria	Resistencia
0,000	0,000
0,005	0,050
0,010	0,100
0,015	0,150
0,020	0,200
0,025	0,250
0,030	0,300
0,035	0,350
0,040	0,400
0,045	0,450
0,050	0,480
0,055	0,500
0,060	0,510
0,065	0,520
0,070	0,520
0,075	0,520
0,080	0,510
0,085	0,500
0,090	0,500
0,095	0,500
0,100	0,500


REVISÓ: A.M.S.G.
FECHA: 15-abr-2024

Carrera 86A N° 84A - 52 Teléfono: (601) 2526640 Bogotá D.C.





**INTERESADO:**      **ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ**      **FECHA:** 13-abr-2024



<b>PESO UNITARIO</b>	
<b>1,350</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>
<b>0,989</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>

LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACIÓN	1 - DEFORM	ÁREA CORREG	RESISTENCIA
Kgf	(Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	18,17	0,000
1,00	1,00	10	0,0027	1,00	18,22	0,055
2,70	2,70	20	0,0053	0,99	18,27	0,148
3,96	3,96	30	0,0080	0,99	18,32	0,216
5,42	5,42	40	0,0106	0,99	18,37	0,295
7,22	7,22	50	0,0133	0,99	18,42	0,392
9,18	9,18	60	0,0160	0,98	18,47	0,497
11,13	11,13	70	0,0186	0,98	18,52	0,601
13,42	13,42	80	0,0213	0,98	18,57	0,723
15,27	15,27	90	0,0239	0,98	18,62	0,820
17,92	17,92	100	0,0266	0,97	18,67	0,960
19,72	19,72	120	0,0319	0,97	18,77	1,051
11,31	11,31	140	0,0372	0,96	18,87	0,599
9,33	9,33	160	0,0426	0,96	18,98	0,492

Este gráfico muestra la relación entre la resistencia y la deformación unitaria para el acero A572-50. La curva comienza en el origen (0,0), pasa por un punto de fluencia, y continúa hasta la rotura. El eje vertical (Resistencia) está en MPa y el eje horizontal (Deformación Unitaria) está en mm/mm.

Deformación Unitaria (mm/mm)	Resistencia (MPa)
0,000	0
0,002	50
0,005	150
0,008	220
0,010	300
0,013	400
0,016	500
0,019	600
0,022	730
0,024	820
0,026	960
0,032	1050
0,037	600
0,042	500

Carrera 86A N° 84A - 52 Teléfono: (601) 2526640 Bogotá D.C.





**INTERESADO:**      **ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ**      **FECHA:** 13-abr-2024

<b>PESO UNITARIO</b>	
<b>1,499</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>
<b>1,082</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>

LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACIÓN	1 = DEFORM	ÁREA CORREG	RESISTENCIA
Kgf	(Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	18,47	0,000
0,38	0,38	10	0,0027	1,00	18,52	0,021
1,04	1,04	20	0,0053	0,99	18,57	0,056
2,20	2,20	30	0,0080	0,99	18,62	0,118
3,41	3,41	40	0,0106	0,99	18,67	0,183
4,59	4,59	50	0,0133	0,99	18,72	0,245
5,66	5,66	60	0,0159	0,98	18,77	0,301
6,87	6,87	70	0,0186	0,98	18,82	0,365
7,92	7,92	80	0,0212	0,98	18,88	0,420
8,90	8,90	90	0,0239	0,98	18,93	0,470
10,31	10,31	100	0,0265	0,97	18,98	0,543
13,42	13,42	120	0,0318	0,97	19,08	0,703
15,86	15,86	140	0,0372	0,96	19,19	0,827
18,79	18,79	160	0,0425	0,96	19,29	0,974
21,18	21,18	180	0,0478	0,95	19,40	1,092
20,15	20,15	200	0,0531	0,95	19,51	1,033
19,21	19,21	230	0,0610	0,94	19,68	0,976

Este gráfico muestra la relación entre la resistencia y la deformación unitaria para el acero A572-50. La curva comienza en el origen (0,000) y sigue una trayectoria ascendente hasta alcanzar una resistencia máxima de aproximadamente 1100 MPa a una deformación unitaria de 0,048. Después de este punto, la resistencia disminuye ligeramente, estabilizándose alrededor de 980 MPa a una deformación unitaria de 0,061.

Deformación Unitaria	Resistencia (MPa)
0,000	0
0,002	20
0,004	50
0,006	100
0,008	150
0,010	200
0,012	250
0,014	300
0,016	350
0,018	380
0,020	420
0,022	450
0,024	480
0,026	550
0,028	620
0,030	680
0,032	720
0,034	820
0,036	880
0,038	950
0,040	980
0,042	1000
0,044	1050
0,046	1100
0,048	1080
0,050	1050
0,052	1020
0,054	1000
0,056	980
0,058	980
0,060	980
0,061	980

Carrera 86A N° 84A - 52 Teléfono: (601) 2526640 Bogotá D.C.



FECHA: 13-abr-2024

HUMEDAD	
RECIPIENTE No	196
P1 GRAMOS	282,7
P2 GRAMOS	204,7
P3 GRAMOS	23,0
<b>HUMEDAD %</b>	<b>42,93</b>

<b>PESO UNITARIO</b>	
<b>1,963</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>
<b>1,374</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>

LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACIÓN	1 - DEFORM	ÁREA CORREG	RESISTENCIA
Kgf	(Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	15,90	0,000
0,82	0,82	10	0,0027	1,00	15,95	0,051
2,10	2,10	20	0,0053	0,99	15,99	0,131
3,47	3,47	30	0,0080	0,99	16,03	0,216
5,35	5,35	40	0,0106	0,99	16,08	0,333
6,82	6,82	50	0,0133	0,99	16,12	0,423
7,91	7,91	60	0,0160	0,98	16,16	0,489
9,09	9,09	70	0,0186	0,98	16,21	0,561
10,22	10,22	80	0,0213	0,98	16,25	0,629
11,12	11,12	90	0,0239	0,98	16,29	0,682
11,86	11,86	100	0,0266	0,97	16,34	0,726
12,69	12,69	120	0,0319	0,97	16,43	0,772
13,56	13,56	140	0,0372	0,96	16,52	0,821
14,44	14,44	160	0,0426	0,96	16,61	0,869
15,09	15,09	180	0,0479	0,95	16,70	0,903
16,13	16,13	200	0,0532	0,95	16,80	0,960
17,21	17,21	230	0,0612	0,94	16,94	1,016
17,92	17,92	260	0,0692	0,93	17,09	1,049
18,61	18,61	290	0,0771	0,92	17,23	1,080
19,41	19,41	320	0,0851	0,91	17,38	1,117
19,92	19,92	350	0,0931	0,91	17,54	1,136
20,18	20,18	380	0,1011	0,90	17,69	1,141
20,58	20,58	410	0,1090	0,89	17,85	1,153
20,86	20,86	440	0,1170	0,88	18,01	1,158
20,21	20,21	470	0,1250	0,87	18,18	1,112
19,35	19,35	500	0,1330	0,87	18,34	1,055

Este gráfico muestra la relación entre la resistencia y la deformación unitaria para el acero A572-50. La curva comienza en el origen (0,0) y sigue una trayectoria ascendente, caracterizada por una zona elástica inicial y una zona de endurecimiento por deformación posterior. La resistencia máxima alcanzada es de aproximadamente 1150 MPa a una deformación unitaria de 0,115.

Deformación Unitaria	Resistencia (MPa)
0,000	0
0,005	100
0,010	200
0,015	350
0,020	500
0,025	650
0,030	750
0,035	820
0,040	880
0,045	920
0,050	980
0,060	1020
0,070	1050
0,080	1080
0,090	1120
0,100	1140
0,110	1150
0,115	1150
0,120	1140
0,130	1050

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-2024

Carrera 86A N° 84A - 52 Teléfono: (601) 2526640 Bogotá D.C.





**INTERESADO:**      **ING. MARTHA INÉS GONZÁLEZ SÁNCHEZ**      **FECHA:** 13-abr-2024

HUMEDAD	
RECIPIENTE No	136
P1 GRAMOS	202,7
P2 GRAMOS	153,1
P3 GRAMOS	22,0
<b>HUMEDAD %</b>	<b>37,83</b>

<b>PESO UNITARIO</b>	
<b>1,349</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>
<b>0,979</b>	GRAMOS / cm <sup>3</sup>

LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACIÓN	1 = DEFORM	ÁREA CORREG	RESISTENCIA
Kgf	( Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	18,32	0,000
0,55	0,55	10	0,0026	1,00	18,37	0,030
1,72	1,72	20	0,0053	0,99	18,42	0,093
2,81	2,81	30	0,0079	0,99	18,47	0,152
3,96	3,96	40	0,0106	0,99	18,52	0,214
5,37	5,37	50	0,0132	0,99	18,57	0,289
7,25	7,25	60	0,0159	0,98	18,62	0,389
9,53	9,53	70	0,0185	0,98	18,67	0,510
11,64	11,64	80	0,0212	0,98	18,72	0,622
13,92	13,92	90	0,0238	0,98	18,77	0,742
16,19	16,19	100	0,0265	0,97	18,82	0,860
19,43	19,43	120	0,0318	0,97	18,92	1,027
22,13	22,13	140	0,0371	0,96	19,03	1,163
23,14	23,14	160	0,0424	0,96	19,13	1,209
23,03	23,03	180	0,0477	0,95	19,24	1,197
22,53	22,53	200	0,0530	0,95	19,35	1,165

Gráfico de Resistência versus Deformação Unitária para o aço A36. O eixo vertical (Resistência) varia de 0,000 a 1,400 kgf/cm². O eixo horizontal (Deformação Unitária) varia de 0,000 a 0,060. A curva mostra o comportamento elástico-plástico do material, com pontos de controle de qualidade indicados por círculos pretos.

REVISÓ: A.M.S.G.  
FECHA: 15-abr-2024

Carrera 86A N° 84A - 52 Teléfono: (601) 2526640 Bogotá D.C.

**MARTA INÉS GONZÁLEZ S.**  
Ingeniero Civil M Sc.

MIG112A/24

**ANEXO C: MEMORIAS DE CÁLCULO**

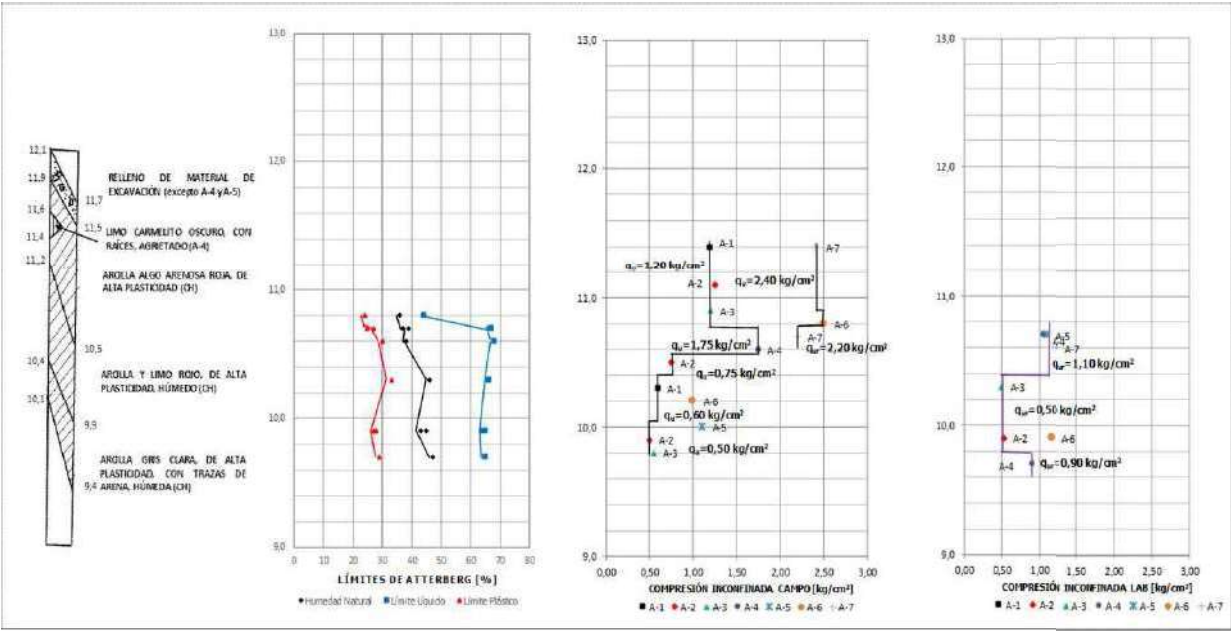
PROYECTO: PNN Los Katios, Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

FECHA: 9-jun-24

CONTENIDO: Perfil estratigráfico

Con el fin de evaluar las condiciones de cimentación de la nueva sede, se realizaron 7 apiques en el área en estudio.

A continuación se presenta una representación gráfica del perfil estratigráfico encontrado:



RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO ENCONTRADO

No.	ESTRATO	COTAS (m)		H (m)	SPT (golpes/pie)	q <sub>u</sub> (kg/cm²)	c (T/m²)	γ (T/m³)	q <sub>c</sub> /N	q <sub>c</sub> (kg/cm²)	E=2 x q <sub>c</sub> (T/m²)
		DE	A								
1	Relleno de material de excavación	11,9	11,7	0,2							
2	Arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH)	11,7	10,9	0,8		1,20	6,0	1,5 (h) 1,0 (s)	2,0	0	0
3	Arcilla y limo rojo, de alta plasticidad, húmedos (CH)	10,9	10,2	0,7		0,64	3,2	1,5 (h) 1,0 (s)	2,0	0	0
4	Arcilla gris clara, de alta plasticidad, con trazas de arena, húmeda (CH)	10,2	9,8	0,4		0,50	2,5	1,8 (h) 1,2 (s)	2,0	0	0

Tabla de agua: No apareció en ninguno de los sondeos.

PARÁMETROS SÍSMICOS	
Tipo de Perfil:	E - Perfil que contiene un espesor total H > 3 m de arcillas blandas.
Ubicación del proyecto:	Municipio Riosucio, Chocó (Código 27615)
Zona de riesgo sísmico:	Alta
A <sub>a</sub> =	0,35
A <sub>v</sub> =	0,35

De acuerdo con la información obtenida, este perfil estratigráfico se puede clasificar como perfil de suelos del tipo E, ubicado en una zona de riesgo sísmico alto, con una aceleración pico efectiva, A<sub>a</sub>, de 0,35 y una velocidad horizontal pico efectiva, A<sub>v</sub>, de 0,35, según las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NRS-10), sección A.

PROYECTO: PNN Los Katios, Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

FECHA: 9-jun-24

CONTENIDO: Estimativos de carga

La sede incluye 5 cabañas de madera, con nivel de piso fino, 0,0 m arquitectónico ubicado 1,0 m por encima del nivel de terreno actual (cotas 12,1 a 11,7 m) a saber: 3 cabañas de habitaciones y 2 cabañas de mayor área para zona social, una, y para trabajos, la otra.

1.) Tres (3) Cabañas de habitaciones

Estructura de un piso.  
Área en planta= 9,0 m (sentido norte - sur) x 6,0 m (sentido este - oeste)  
Luces de 3,0 m x 3,0 m  
Estar cabaña: 3,0 m de ancho x 4,0 m de longitud.  
Plataforma de acceso, cubierta: 2,0 m de anchura, con columnas cada 3,0 m.

2.a) Cabaña Social

Estructura de un piso.  
Área en planta=9,0 m (ejes M a P) x 12,0 m (ejes 1 a 8)  
Luces de 2,0 m - 7,0 m (Ejes 1 a 8) x 3,0 - 9,0 m m (ejes M a P)

2.b) Cabaña Zona de Trabajo

Estructura de un piso.  
Área en planta=9,0 m (ejes Q a T) x 12,0 m (ejes 1 a 8)  
Luces de 2,0 m - 7,0 m (Ejes 1 a 8) x 3,0 - 9,0 m m (ejes Q a T)

3.) Plataforma de acceso

Plataforma cubierta de 2,0 m de anchura, con columnas cada 3,0 m.

Cargas unitarias:

$W_{Entrepiso} [T/m^2] = 0,25$

$W_{Cubierta} [T/m^2] = 0,08$

$W_{Total} [T/m^2] = 0,33$

1.) Cabañas de habitaciones

Área aferente máx (3,0x3,0) [m²]= 9,00

$P_{máx} [T] = 3,0$ Columna B4

Área aferente mín (1,5x1,5) [m²]= 3,55

$P_{mín} [T] = 1,2$ Columna A5

Área aferente Estar Cabaña (1,5x2,0) [m²]= 3,00

$P_{Estar Cabaña} [T] = 1,0$ Columnas externas estar

2.) Cabañas social y Zona de Trabajo

Área aferente Comedor (3,5x4,5) [m²]= 15,75

$P_{máx} [T] = 5,2$ Columnas M6, P6, Q6 y T6

Área aferente mín (1,5x1,5) [m²]= 2,25

$P_{mín} [T] = 0,7$ Columnas M8, P8, Q8 y T8

3.) Puente de acceso

Área af. Plataforma de Acc. (1,0x3,0) [m²]= 3,00

$P_{Plataforma de Acceso} [T] = 1,0$ Columnas Eje 1

Resumen de Cargas Estimadas - Los Katios				
Estructura	P máx [T]	Columna	P mín [T]	Columna
Cabañas Habitaciones	3,0	B4	1,2	A5
Cabañas Social y Trabajo	5,2	M6, P6, Q6 y T6	0,7	M8, P8, Q8 y T8
Plataforma de Acceso	1,0			

PROYECTO: PNN Los Katíos. Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

FECHA: 10-jun-24

CONTENIDO: Cálculo de capacidad portante y proporcionamiento de zapatas cuadradas - CABAÑAS GRANDES

**Estrato Portante:** Arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH)

$$q_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 1,00$$

Valor promedio de los estratos portantes

$$c \text{ (T/m}^2\text{)} = 5,00$$

$$q_{ult} = (c' N_c) + (q N_q) + (1/2 B \gamma N_\gamma)$$

$$\text{Peso unitario } \gamma' \text{ [T/m}^3\text{]} = 1,40$$

$$h_c \text{ (m)} = 0,60$$

$$\text{Cohesión efectiva } c' \text{ [T/m}^2\text{]} = 5,0$$

$$q \text{ (T/m}^2\text{)} = \gamma' \times h_c = 0,84$$

$$\text{Angulo de fricción efectiva } \phi' \text{ [}^\circ\text{]} = 0$$

$$B \text{ (m)} = 0,40$$

$$\text{Inclinación de la ladera } \beta \text{ [}^\circ\text{]} = 0$$

$$N_c = 5,14$$

$$N_q = 1,00$$

$$N_\gamma = 0,00$$

$$q_{ult} \text{ [T/m}^2\text{]} = 26,5$$

$$F. S. = 3,0$$

$$q_{adm} \text{ [T/m}^2\text{]} = 8,8$$

## PROPORCIONAMIENTO DE ZAPATAS CUADRADAS PARA ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MÍNIMOS

### 1. Fórmulas de fatigas admisibles.

$$q_1 = (7 * s_c) + (w * h_0)$$

$$q_2 = (4 * s_c * D_1/D_2) + (3 * s_c) + (w * h_0) \quad , \text{ donde}$$

$q_1$  : Capacidad portante máxima admisible. [T/m<sup>2</sup>]

$s_c$  : Resistencia al esfuerzo cortante del suelo. [T/m<sup>2</sup>]

$w$  : Peso unitario del suelo. [T/m<sup>3</sup>]

$h_0$  : Profundidad de cimentación. [m]

$D_1$  : Ancho de la zapata más pequeña, correspondiente a la menor carga,  $P_{min}$ . [m]

$q_2$  : Fatiga admisible para una zapata de ancho mayor a  $D_1$ . [m]

$D_2$  : Ancho de la zapata con fatiga admisible  $q_2$ . [m]

### 2. Datos.

$$q_1 = 8,8 \quad \text{T/m}^2$$

$$w = 1,40 \quad \text{T/m}^3$$

$$h_0 = 0,60 \quad \text{m}$$

De acuerdo con la información estructural, se tendrán cargas por columna de 0,3 a 2,0 T

$$P_{min} = 0,7 \quad \text{T} \quad (\text{Columnas M8, P8, Q8 y T8})$$

$$P_{max} = 5,2 \quad \text{T} \quad (\text{Columnas M6, P6, Q6 y T6})$$

### 3. Tabla de Proporcionamiento de Zapatas Cuadradas.

$$\begin{aligned} s_c &= [q_1 - (w * h_0)] / 7 = 1,14 \quad \text{T/m}^2 \\ \text{Area}_1 &= P_{min} / q_1 = 0,08 \quad \text{m}^2 \\ D_1 &= (\text{Area}_1)^{1/2} = 0,28 \quad \text{m} \\ q_2 : \\ 4 * s_c * D_1 / D_2 &= 1,29 / D_2 \quad [1] \\ (3 * s_c) + (w * h_0) &= 4,27 \quad [2] \\ q_2 &= [1] + [2] \\ P_2 &= q_2 * D_2 \quad [T] \end{aligned}$$

ANCHO (m)	FATIGA (T/m <sup>2</sup> )	CARGA (T)
0,3	8,8	0,7
0,4	7,6	1,1
0,5	6,9	1,6
0,6	6,5	2,2
0,7	6,2	2,9
0,8	5,9	3,6
0,9	5,7	4,5
1,0	5,6	5,4
1,1	5,5	6,4
1,2	5,4	7,5

PROYECTO: PNN Los Katíos, Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

FECHA: 10-jun-24

CONTENIDO: Cálculo de Asentamientos Cabañas Social y de Trabajo (Cabañas Grandes)

Los asentamientos totales de las zapatas se calcularon por el método de consolidación, así:

$$s = Hx \frac{c_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma_o + \Delta\sigma}{\sigma_o} \right)$$

$$\Delta\sigma = I \times q_n$$

$$\sigma_o = \gamma' \times z$$

$$C_c = 0,009 \times (LL - 10)$$

$$e_o = \frac{G \times w}{S} = \frac{2,65 \times w}{100\%}$$

Apique	PROF [m]	LL [%]	C <sub>c</sub>	C <sub>R</sub>	W [%]	e <sub>o</sub>
A-4	-0,90	67	0,51	0,09	37	0,98
A-5	-1,00	67	0,51	0,09	39	1,03
A-1	-1,30	44	0,31	0,05	36	0,95
A-3	-1,40	66	0,50	0,08	46	1,22
A-7	-1,40	68	0,52	0,09	38	1,01
A-6	-1,80	65	0,50	0,08	43	1,14
A-4	-1,90	65	0,50	0,08	47	1,25
A-2	-2,00	64	0,49	0,08	45	1,19

#### 1. Zapatas más cargadas (Columnas M6 y P6, Q6 y T6)

P [T] = 5,2  
B [m] = 1,00  
q<sub>n</sub> [T/m<sup>2</sup>] = 5,2  
Prof [m] = 0,60  
γ' [T/m<sup>3</sup>] = 1,40

ESTRATO	H (m)	z (m)	σ <sub>o</sub> (T/m <sup>2</sup> )	z/B	I	Δσ (T/m <sup>2</sup> )	C <sub>c</sub>	e <sub>o</sub>	s (m)
1	0,20	0,10	0,14	0,10	0,77	4,0	0,08	1,00	0,012
2	0,20	0,30	0,42	0,30	0,51	2,7	0,08	1,00	0,007
3	0,20	0,50	0,70	0,50	0,41	2,1	0,08	1,00	0,005
4	0,20	0,70	0,98	0,70	0,36	1,9	0,08	1,00	0,004
5	0,40	1,00	1,40	1,00	0,20	1,0	0,08	1,00	0,004
	1,20								

s<sub>d max</sub> [m] = 0,031

#### 2. Zapatas menos cargadas (Columnas M8 y P8, Q8 y T8)

P [T] = 0,7  
B [m] = 0,60  
q<sub>n</sub> [T/m<sup>2</sup>] = 1,9  
Prof [m] = 0,60  
γ' [T/m<sup>3</sup>] = 1,40

ESTRATO	H (m)	z (m)	σ <sub>o</sub> (T/m <sup>2</sup> )	z/B	I	Δσ (T/m <sup>2</sup> )	C <sub>c</sub>	e <sub>o</sub>	s (m)
1	0,10	0,05	0,07	0,08	0,77	1,5	0,08	1,00	0,005
2	0,10	0,15	0,21	0,25	0,60	1,2	0,08	1,00	0,003
3	0,10	0,25	0,35	0,42	0,43	0,8	0,08	1,00	0,002
4	0,10	0,35	0,49	0,58	0,40	0,8	0,08	1,00	0,002
5	0,20	0,50	0,70	0,83	0,27	0,5	0,08	1,00	0,002
	0,60								

s<sub>d min</sub> [m] = 0,014

Δs<sub>max</sub> [m] = 0,017

Asent. Diferencial máximo admisible = 0,0030 x L

Si L = la luz entre columnas [m] = 6,00 (distancia entre las columnas M6 y M8)

Δs<sub>s máx adm</sub> [m] = 0,018 > 0,017

#### CONCLUSIONES

Las zapatas de las Cabañas Social y de Trabajo presentarán asentamientos totales máximos del orden de 0,031 m, y asentamientos diferenciales máximos de 0,017 m, similares a los máximos admisibles, 0,018 m, para una luz de 6,0 m, entre las columnas M6 y M8.

PROYECTO: PNN Los Katíos. Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

FECHA: 10-jun-24

CONTENIDO: Cálculo de capacidad portante y proporcionamiento de zapatas cuadradas - CABAÑAS GRANDES

**Estrato Portante:** Arcilla algo arenosa roja, de alta plasticidad (CH)

$$\begin{aligned} q_u & (\text{kg/cm}^2) = 1,00 & \text{Valor promedio de los estratos portantes} \\ c & (\text{T/m}^2) = 5,00 \\ q_{ult} & = (c' N_c) + (q N_q) + (1/2 B \gamma N_\gamma) \end{aligned}$$

Peso unitario	$\gamma' \text{ [T/m}^3\text{]} =$	1,40	$h_c \text{ (m)} =$	0,60
Cohesión efectiva	$c' \text{ [T/m}^2\text{]} =$	5,0	$q \text{ (T/m}^2\text{)} = \gamma' \times h_c =$	0,84
Angulo de fricción efectiva	$\phi' \text{ [}^\circ\text{]} =$	0	$B \text{ (m)} =$	0,40
Inclinación de la ladera	$\beta \text{ [}^\circ\text{]} =$	0		
	$N_c =$	5,14		
	$N_q =$	1,00		
	$N_\gamma =$	0,00		
	$q_{ult} \text{ [T/m}^2\text{]} =$	26,5	$F. S. =$	3,0
	$q_{adm} \text{ [T/m}^2\text{]} =$	8,8		

## PROPORCIONAMIENTO DE ZAPATAS CUADRADAS PARA ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MÍNIMOS

### 1. Fórmulas de fatigas admisibles.

$$\begin{aligned} q_1 & = (7 * s_c) + (w * h_0) \\ q_2 & = (4 * s_c * D_1/D_2) + (3 * s_c) + (w * h_0) \end{aligned} \quad , \text{ donde}$$

$q_1$  : Capacidad portante máxima admisible.  $[\text{T/m}^2]$   
 $s_c$  : Resistencia al esfuerzo cortante del suelo.  $[\text{T/m}^2]$   
 $w$  : Peso unitario del suelo.  $[\text{T/m}^3]$   
 $h_0$  : Profundidad de cimentación.  $[\text{m}]$   
 $D_1$  : Ancho de la zapata más pequeña, correspondiente a la menor carga,  $P_{min}$ .  $[\text{m}]$   
 $q_2$  : Fatiga admisible para una zapata de ancho mayor a  $D_1$ .  $[\text{m}]$   
 $D_2$  : Ancho de la zapata con fatiga admisible  $q_2$ .  $[\text{m}]$

### 2. Datos.

$$\begin{aligned} q_1 & = 8,8 & \text{T/m}^2 \\ w & = 1,40 & \text{T/m}^3 \\ h_0 & = 0,60 & \text{m} \end{aligned}$$

De acuerdo con la información estructural, se tendrán cargas por columna de 0,3 a 2,0 T

$$\begin{aligned} P_{min} & = 1,2 & \text{T} & \text{(Columna A5)} \\ P_{max} & = 3,0 & \text{T} & \text{(Columna B4)} \end{aligned}$$

### 3. Tabla de Proporcionamiento de Zapatas Cuadradas.

$$\begin{aligned} s_c & = [q_1 - (w * h_0)]/7 = 1,14 & \text{T/m}^2 \\ \text{Area}_1 & = P_{min} / q_1 = 0,14 & \text{m}^2 \\ D_1 & = (\text{Area}_1)^{1/2} = 0,37 & \text{m} \\ q_2 : & & & \\ & 4 * s_c * D_1/D_2 = 1,69 / D_2 & \text{[1]} \\ & (3 * s_c) + (w * h_0) = 4,27 & \text{[2]} \\ q_2 & = \text{[1]} + \text{[2]} \\ P_2 & = q_2 * D_2 \text{ [T]} \end{aligned}$$

ANCHO (m)	FATIGA (T/m <sup>2</sup> )	CARGA (T)
0,4	8,8	1,2
0,5	7,9	1,7
0,6	7,2	2,3
0,7	6,8	3,0
0,8	6,5	3,8
0,9	6,2	4,7
1,0	6,0	5,6

**PROYECTO:** PNN Los Katíos, Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.  
**CONTENIDO:** Cálculo de Asentamientos Cabañas de habitaciones

**FECHA:** 10-jun-24

Los asentamientos totales de las zapatas se calcularon por el método de consolidación, así:

$$s = Hx \frac{c_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma_o + \Delta\sigma}{\sigma_o} \right)$$

$$\Delta\sigma = I \times q_n$$

$$\sigma_o = \gamma' \times z$$

$$C_c = 0,009 \times (LL - 10)$$

$$e_o = \frac{G \times w}{S} = \frac{2,65 \times w}{100\%}$$

Apique	PROF [m]	LL [%]	C <sub>c</sub>	C <sub>R</sub>	W [%]	e <sub>o</sub>
A-4	-0,90	67	0,51	0,09	37	0,98
A-5	-1,00	67	0,51	0,09	39	1,03
A-1	-1,30	44	0,31	0,05	36	0,95
A-3	-1,40	66	0,50	0,08	46	1,22
A-7	-1,40	68	0,52	0,09	38	1,01
A-6	-1,80	65	0,50	0,08	43	1,14
A-4	-1,90	65	0,50	0,08	47	1,25
A-2	-2,00	64	0,49	0,08	45	1,19

#### 1. Zapata más cargada (Columna B4)

P [T] = 3,0  
B [m] = 0,70  
q<sub>n</sub> [T/m<sup>2</sup>] = 6,1  
Prof [m] = 0,60  
γ' [T/m<sup>3</sup>] = 1,40

ESTRATO	H (m)	z (m)	σ <sub>o</sub>	z/B	I	Δσ	C <sub>c</sub>	e <sub>o</sub>	s (m)
1	0,10	0,05	0,07	0,07	0,77	4,7	0,08	1,00	0,007
2	0,10	0,15	0,21	0,21	0,64	3,9	0,08	1,00	0,005
3	0,10	0,25	0,35	0,36	0,43	2,6	0,08	1,00	0,004
4	0,20	0,40	0,56	0,57	0,39	2,4	0,08	1,00	0,006
5	0,20	0,60	0,84	0,86	0,25	1,5	0,08	1,00	0,004
	0,70								

s<sub>d max</sub> [m] = 0,026

#### 2. Zapata menos cargada (Columna A5)

P [T] = 1,2  
B [m] = 0,60  
q<sub>n</sub> [T/m<sup>2</sup>] = 3,3  
Prof [m] = 0,60  
γ' [T/m<sup>3</sup>] = 1,40

ESTRATO	H (m)	z (m)	σ <sub>o</sub>	z/B	I	Δσ	C <sub>c</sub>	e <sub>o</sub>	s (m)
1	0,10	0,05	0,07	0,08	0,77	2,6	0,08	1,00	0,006
2	0,10	0,15	0,21	0,25	0,60	2,0	0,08	1,00	0,004
3	0,10	0,25	0,35	0,42	0,43	1,4	0,08	1,00	0,003
4	0,10	0,35	0,49	0,58	0,40	1,3	0,08	1,00	0,002
5	0,20	0,50	0,70	0,83	0,27	0,9	0,08	1,00	0,003
	0,60								

s<sub>d min</sub> [m] = 0,018

Δs<sub>max</sub> [m] = 0,008

Asent. Diferencial máximo admisible = 0,0030 x L

Si L = la luz entre columnas [m] = 4,24 (distancia entre las columnas B4 y A5)

Δs<sub>máx adm</sub> [m] = 0,013 > 0,008

#### CONCLUSIONES

Las zapatas de las Cabañas de Habitaciones presentarán asentamientos totales máximos del orden de 0,026 m, y asentamientos diferenciales máximos de 0,008 m, inferiores a los máximos admisibles, 0,013 m, para una luz de 4,24 m, entre las columnas B4 y A5.



**PROYECTO:** PNN Los Katíos, Sede Sautatá, municipio de Riosucio, Chocó.

**FECHA:** 10-jun-24

**CONTENIDO:** Estimación del coeficiente de balasto

**1. Estimación del coeficiente de balasto a partir del asentamiento calculado.**

La hipótesis básica del método del coeficiente de balasto consiste en suponer que el asentamiento del cimiento es proporcional a la presión que se desarrolla en él.

$$p = k_s \times s \quad , \text{ de donde se deduce que } k_s = \frac{p}{s}$$

$p \text{ (T/m}^2\text{)} =$  Presión aplicada al cimiento.

$k_s \text{ (T/m}^3\text{)} =$  Coeficiente de balasto, constante de proporcionalidad

$s \text{ (m)} =$  Asentamiento estimado para el cimiento.

**CÁLCULOS**

Para el caso de la zapata más cargada de las Cabañas Grandes, se tendría:

$$p \text{ (T/m}^2\text{)} = 5,20$$

$$s \text{ (m)} = 0,031$$

$$k_s \text{ (T/m}^3\text{)} = 168$$

$$k_s \text{ (KN/m}^3\text{)} = 1.677$$

Para el caso de la zapata menos cargada de las Cabañas Grandes, se tendría:

$$p \text{ (T/m}^2\text{)} = 1,94$$

$$s \text{ (m)} = 0,014$$

$$k_s \text{ (T/m}^3\text{)} = 139$$

$$k_s \text{ (KN/m}^3\text{)} = 1.389$$