MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER



ELABORO:

JOHN FERNANDO SARMIENTO DURAN
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL
T.P: 68202120337STD

MUNICIPIO DE MOGOTES
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

OCTUBRE
2024

1. CONTENIDO

1. CONTENIDO 1
2 INTRODUCCIÓN 3
3 OBJETIVOS GENERALES 3
3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS 3
3.1.1 ALCANCE GENERAL 3
4 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO 6
5.1 GEOREFERENCIA DE LOCALIZACION DE LOS APIQUES 6
5.2 LOCALIZACION DE LOS APIQUES 7
5.3 REGISTRO FOTOGRAFICO EXPLORACION DE CAMPO 8
6 RELACIONES HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) 9
6.1 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 9
6.2 RESULTADOS 10
7 RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) I.N.V. E – 148 – 13 12
7.1 OBJETO 12
7.2 RESUMEN DEL MÉTODO 12
8 ANÁLISIS DE RESULTADOS 15
9 SUBRASANTE 19
9.1 MATERIALES QUE SE UTILICEN COMO CAPA DE SUB RASANTE. 20
9.2 MATERIAL DE SOPORTE PARA EL PAVIMENTO 20
9.3 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS 21
9.4 MEJORAMIENTO DE LA VÍA MEDIANTE PLACA HUELLA 21
10 CALCULO MODULO DE RESILIENCIA 23
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25
12 RECOPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE 29
13 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE LA CARTILLA OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL 30
14 ANÁLISIS DE LABORATORIO 31
14.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO. 31
14.2 CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE

DE CADA UNA DE LAS UNIDADES DE DISEÑO 32
15 ANEXO 34
16 ANEXO RESULTADOS DE LABORATORIO 35

TABLA

Tabla 1 Relación de Sectores y Longitudes 6
Tabla 2 Perfil Estratigráfico Apique # 1 15
Tabla 3 Clasificación del suelo 16
Tabla 4 Clasificación del suelo de la Subrasante 16
Tabla 5 Resumen de los resultados de CBR de campo. 19
Tabla 6 Resultados Ensayos de Campo CBR % 2 - 5 19
Tabla 7 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia 19
Tabla 8 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO 20
Tabla 9 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia 21
Tabla 10 Valores de resistencias al flexo tracción del concreto (Módulo de rotura). 21
Tabla 11 CBR de Diseño Vs Modulo Resiliente. 23
Tabla 12 Relación Tramos y Apiques 26
Tabla 13 Ensayo de laboratorio y normas aplicadas 31
Tabla 14 Resumen de ensayos de laboratorio Apique 1 31
Tabla 15 Correlación Límites de consistencia vs. Potencial de expansión 32
Tabla 16 Resultados Limite Liquido – Índice de Plasticidad 32

FIGURAS

Figura 1 Metodología de trabajo aplicada a estudios geotécnicos 4
Figura 2 localización a nivel departamental 5
Figura 3 Localización de los tramos a nivel Municipal 7
Figura 4 Localización del Apique # 1 Tramo 1 Vereda Santa Lucia Sector La Culebra 7
Figura 5 Aparato para determinar el CBR 13
Figura 6 Franjas Granulométricas del material de subbase 18
Figura 7 Detalle de la placa huella 22
Figura 8 Modulo Resiliente (Mr) 23
Figura 9 Correlación AASHTO. Clasificación del suelo vs. CBR 24

FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Registro Fotográfico Apique # 1 Tramo 1 Vereda Santa Lucia Sector La Culebra 8
Fotografía 2 Ejemplo Ensayo de laboratorio Preparación de la Muestra 12

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al estudio de suelos y geotécnico para el proyecto: **"MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER"**, el Estudio de Suelos Geotécnico, contiene una serie de actividades que abarcan el reconocimiento de campo, la investigación de la subrasante, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de la vía.

A continuación, se presenta el proyecto estándar para el **MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS MEDIANTE EL USO DE PLACA HUELLA**, el cual contiene la secuencia necesaria para su formulación, las condiciones mínimas requeridas para su ejecución y la descripción del método constructivo y demás elementos requeridos para asegurar la sostenibilidad del proyecto. Con este proyecto se busca rehabilitar las vías con el tránsito suspendido o con restricciones, mejorando la superficie de la vía. La Placa Huella ha sido utilizada en diferentes municipios y regiones del país, demostrando ser una infraestructura de rápida y económica ejecución.

3 OBJETIVOS GENERALES

Diseñar la estructura de pavimento tomando el estudio de suelos como referencia y base de datos para el diseño. De acuerdo con la **"Cartilla obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia Rural"**. En el mismo se presentará la alternativa de diseño y se optará por la más favorable para el municipio, de acuerdo con los costos, disponibilidad de los materiales y facilidad de ejecución.

- Dar una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y diseño, generando ahorro en costos y tiempo.
- Mejorar los procesos de diseño, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos.
- Facilitar la estructuración del proyecto para contribuir al proceso de gestión de recursos públicos.

3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

3.1.1 ALCANCE GENERAL

Dentro del alcance del estudio geotécnico realizado sobre el área de influencia del estudio, se encuentran las siguientes actividades:

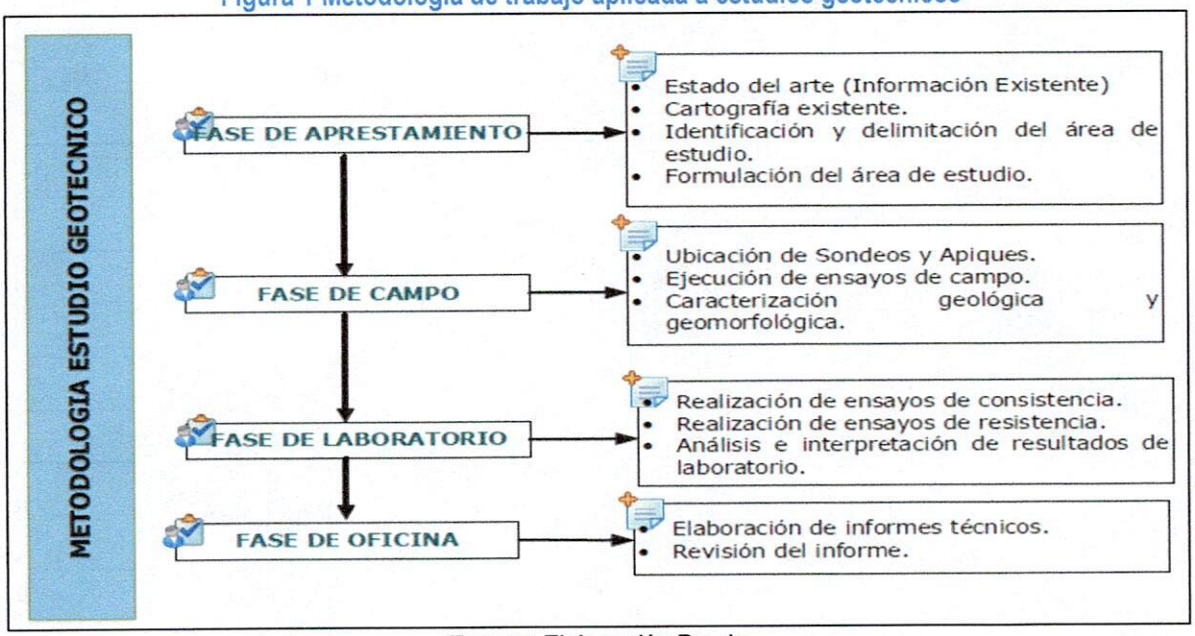
Realizar las excavaciones de sondeos y/o apiques para la caracterización de los suelos de subrasante existentes en las vías en estudio.

Exploración geotécnica de la subrasante comprendida por un (1) apique y para la obtención del C.B.R. se utilizó el método: **CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA NORMA INV E. 148 / 2013**, y en el laboratorio la obtención de muestras de suelo inalteradas, Identificación y clasificación de los materiales encontrados.

Ensayos de laboratorios como granulometría, humedad del suelo, límites de consistencia, espesores de capas granulares que pueden ser consideradas, para efectos de diseño, como mejoramiento de la subrasante natural, realizados a las muestras alteradas tomadas de los apiques.

Numero de ensayos solicitados (1). Recomendación instituto nacional de vías (Invías) los intervalos entre perforación son de 250 metros.

Figura 1 Metodología de trabajo aplicada a estudios geotécnicos

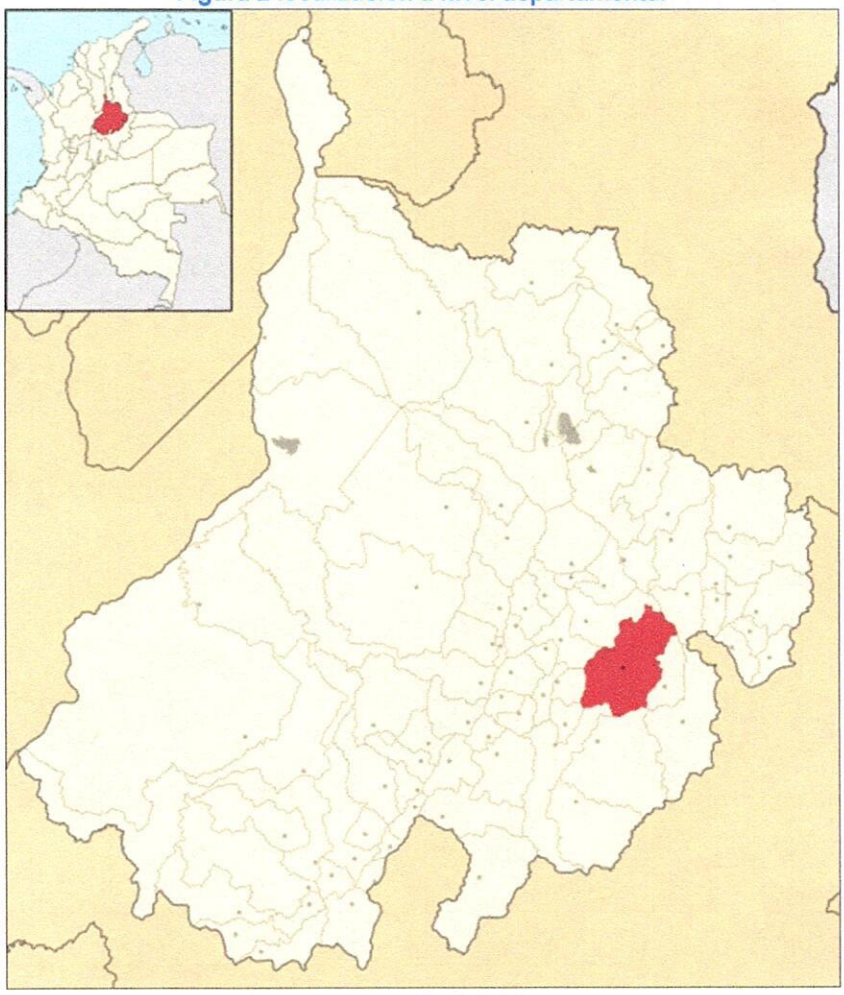


Fuente: Elaboración Propia

4 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Se encuentra localizado en el municipio de Mogotes donde se realizó el estudio, en las siguientes coordenadas: 6°23'57.61"N 73° 5'1.47"O

Figura 2 localización a nivel departamental



Fuente: Wikipedia

5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO

Se realizo un (1) apiques para la caracterización de los suelos de subrasante en la vía de estudio. La separación entre cada sitio de exploración es como mínimo de 250 m alcanzándose una profundidad máxima de 1.50 m por debajo de los niveles de rasante actuales. La exploración de campo permitió establecer el perfil estratigráfico de la vía en el sitio en el que se efectuó el apique, realizando in situ el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos.

Tabla 1 Relación de Sectores y Longitudes

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER							
TRAMO	DESCRIPCION	LONG (ML)	ANCHO (ML)	LOCALIZACION DEL TRAMO			
				ELEMENTOS	ABSCISA	COORDENADAS	
1	VEREDA SANTA LUCIA SECTOR LA CULEBRA	80	5.00	Inicio Tramo	0+201.85	N:	1199547.863
						E:	1109937.086
				Fin Tramo	0+281.85	N:	1199478.873
						E:	1109940.182
TOTAL LONG (ML)		80					

Fuente: Elaboración Propia

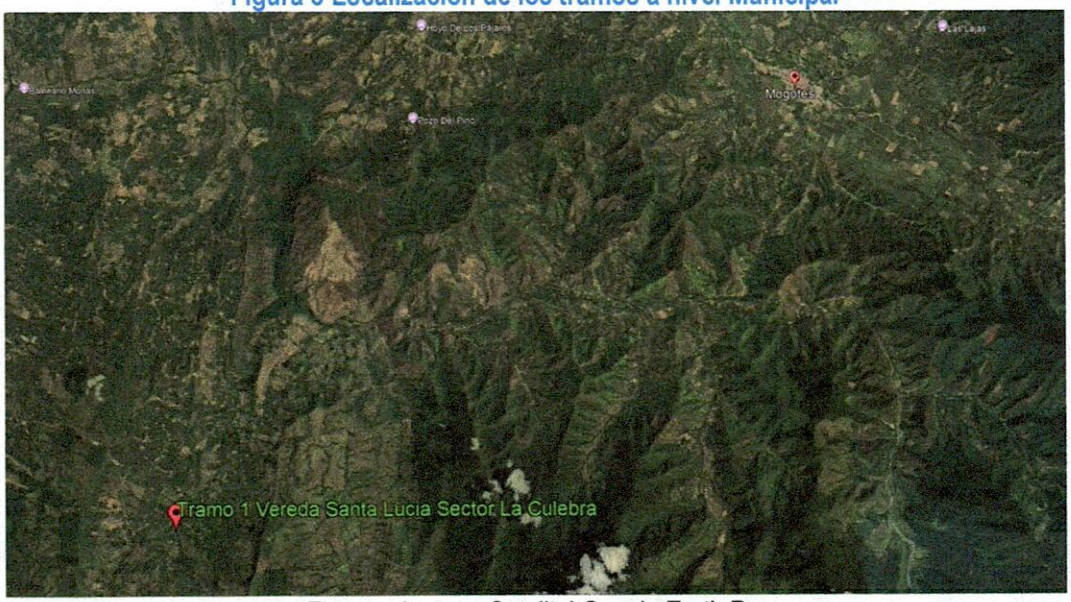
5.1 GEOREFERENCIA DE LOCALIZACION DE LOS APIQUES

	UBICACIÓN GEOGRAFICA	
Vereda Santa Lucia Sector La Culebra	*N:*	*6°23'58.42"N*
	E:	*73° 5'1.40"O*

Fuente: Elaboración Propia

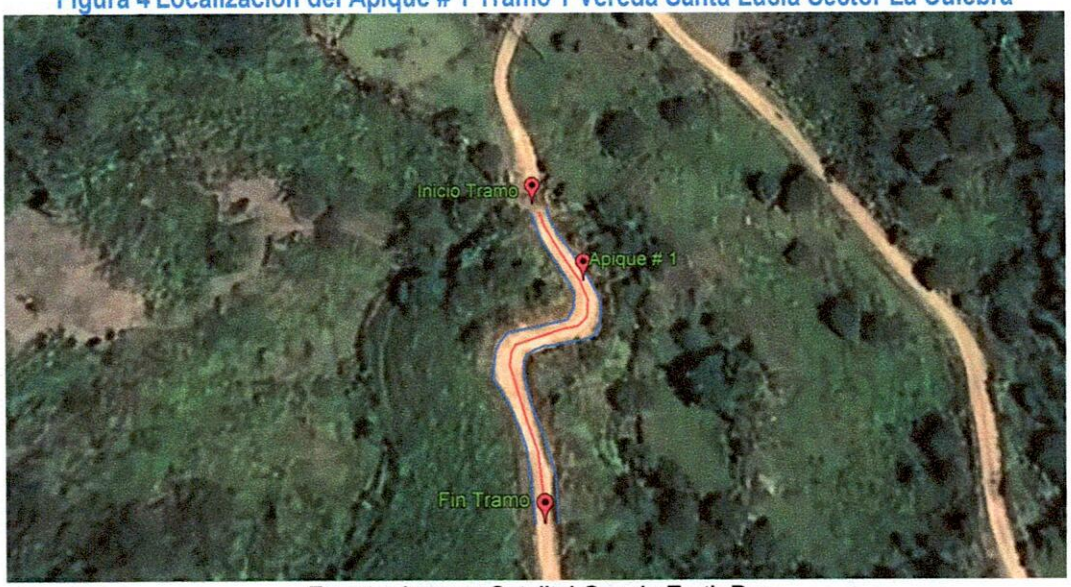
5.2 LOCALIZACION DE LOS APIQUES

Figura 3 Localización de los tramos a nivel Municipal



Fuente: Imagen Satelital Google Earth Pro

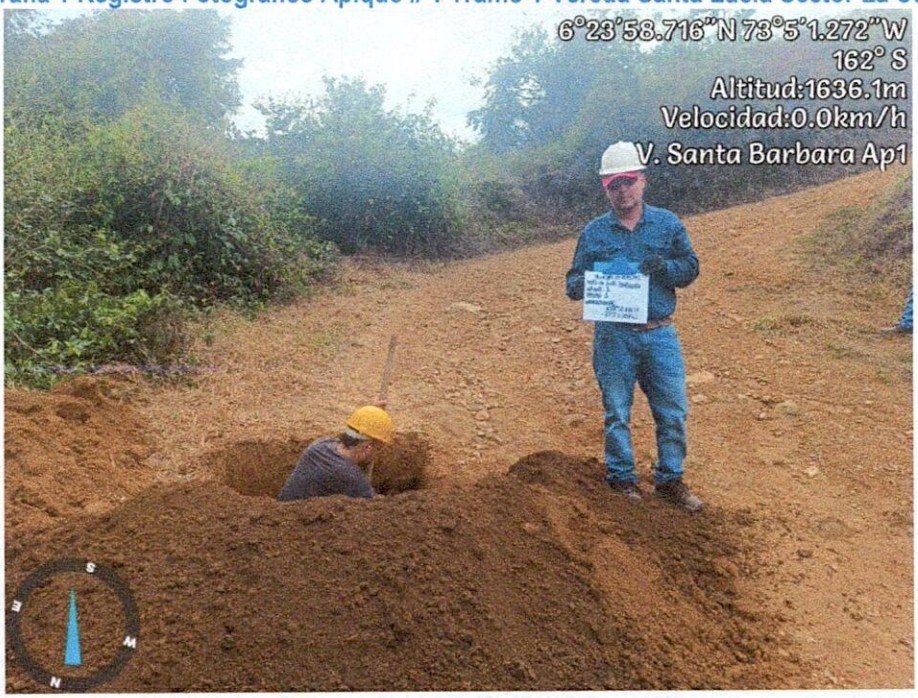
Figura 4 Localización del Apique # 1 Tramo 1 Vereda Santa Lucia Sector La Culebra

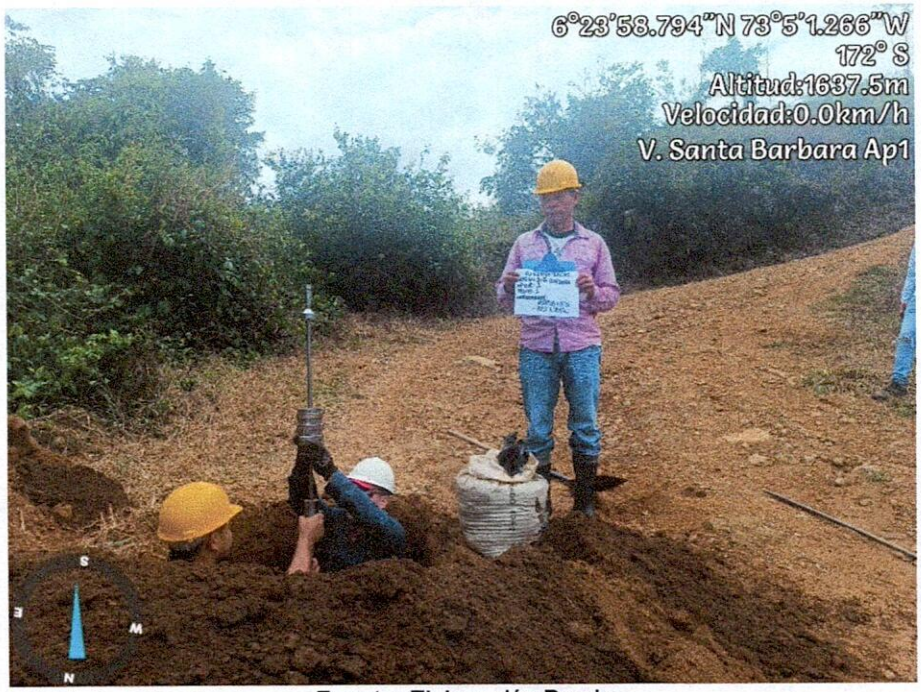


Fuente: Imagen Satelital Google Earth Pro

5.3 REGISTRO FOTOGRAFICO EXPLORACION DE CAMPO

Fotografía 1 Registro Fotográfico Apique # 1 Tramo 1 Vereda Santa Lucia Sector La Culebra





Fuente: Elaboración Propia

6 RELACIONES HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN)

Este método de ensayo se usa para determinar, en el sitio, la densidad o la masa unitaria de los suelos con el equipo de cono de arena.

El método sirve para los suelos que no contiene cantidades apreciables de rocas o de material grueso de tamaño superior a 38mm (1½") de diámetro.

6.1 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Se selecciona un sitio representativo del área de prueba y se determina la densidad del suelo in situ, de la siguiente manera:

Se inspecciona el aparato de cono para verificar que no tenga daños, que la válvula gire libremente y que el plato de base este bien apoyado. Se llena el aparato con la arena acondicionada para la cual se ha determinado la densidad y la constante del cono. Se determina la masa total.

Se prepara la superficie del sitio de ensayo para que forme un plano nivelado, se puede usar la placa de base como herramienta para nivelar la superficie.

Se coloca la placa de base sobre la superficie plana, verificando que este en contacto con la superficie del suelo alrededor del orificio flanqueado central de la placa. Se marca el contorno de la placa para controlar el movimiento durante el ensayo y, si fuera necesario, se asegura la placa con puntillas enterradas en el perímetro de la placa, o por otro medio, pero sin perturbar el suelo que se va a ensayar.

Cuando no se pueda nivelar el suelo, o cuando queden vacíos en la superficie, se debe hacer un ensayo preliminar para determinar el volumen limitado horizontalmente por el cono grande, la placa y la superficie del terreno. Se llena el espacio con arena del aparto, se determina la masa que se usa para llenar este espacio, se vuelve a llenar el aparato y se determina nuevamente la masa inicial del aparato y de la arena antes de continuar con el ensayo.

Cuando se completen estas mediciones, se retira cuidadosamente la arena de la superficie

El volumen del hueco de ensayo depende del tamaño máximo de las partículas del suelo que se ensaya. Los volúmenes del hueco de ensayo deben ser tan grandes como sea practico para reducir errores y no deberá ser inferior a los indicados en la Tabla 1. (Véase Norma Inv-E 161) Se selecciona una profundidad del hueco de tal manera que permita una muestra representativa del suelo. Para control de construcción, la profundidad del hueco debe ser aproximada al espesor de una o más capas compactadas. El procedimiento para calibrar la arena debe reflejar esta profundidad del hueco Se excava el hueco de ensayo a través del orificio central de la placa de base, teniendo cuidado para no alterar o deformar el suelo alrededor del hueco.

Los lados del hueco deberán tener un leve declive hacia dentro y el fondo deberá ser razonablemente plano o cóncavo. El hueco debe quedar tan libre como sea posible de oquedades, partículas sobresalientes y cortes agudos, puesto que pueden afectar la exactitud del ensayo. Se coloca todo el material excavado y cualquier material que se haya aflojado al excavar, en un recipiente hermético, marcado con el número de ensayo para identificación. Se debe tener cuidado de no perder material. Se protege este material contra la pérdida de humedad hasta que se determine la masa y se obtenga una muestra para determinar humedad, de tamaño acorde con los mínimos indicado en la Tabla 2 (Véase Norma Inv-E 161).

Se limpia la pestaña del orificio de la placa de base, se invierte el aparato de cono de arena y se coloca el embudo del cono de arena en el orificio flanqueado, en la misma posición marcada durante la calibración. Se eliminan o reducen al mínimo las vibraciones causadas por el personal o los equipos en el área de ensayo. Se abre la válvula y se deja que la arena llene el hueco, el embudo y la placa de base. Es necesario tener cuidado para evitar que el aparato se mueva o vibre cuando la arena está fluyendo. Cuando la arena deja de fluir, se cierra la válvula.

Se determina la masa del aparato con la arena restante, se registra y se calcula la masa de la arena utilizada.

Se determina y se registra la masa húmeda del material que se retiró del hueco de ensayo. Cuando sea necesario corregir por sobre tamaños del material, se determina la masa del material retenido en un tamiz apropiado y se registra. Se debe tener cuidado de evitar que se pierda humedad. Cuando sea necesario, se hacen correcciones por sobre tamaño, de acuerdo con la norma INV E – 228.

Se mezcla completamente el material y se obtiene, una muestra representativa para determinar el contenido de humedad.

Se determina el contenido de humedad de acuerdo con las normas INV E – 122, INV E – 135 e INV E – 150 y se correlaciona con la norma INV E – 122 cuando otros métodos de ensayo lo requieran.

Las muestras para contenido de humedad deben ser suficientemente grandes y seleccionadas de tal manera que representen todo el material extraído del hueco de ensayo

6.2 RESULTADOS

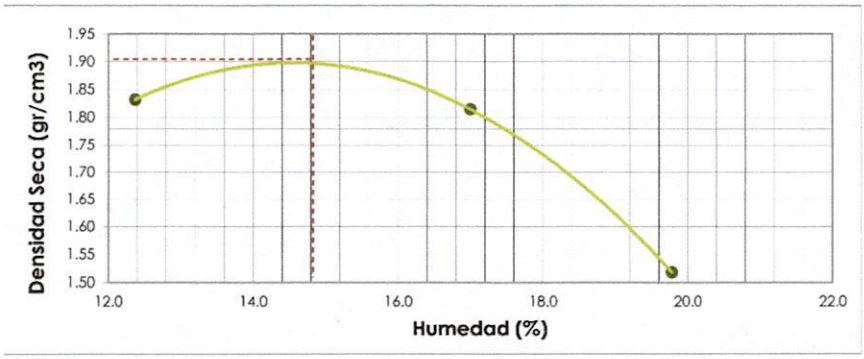
Estos métodos de ensayo se emplean para determinar la relación entre la humedad y la masa unitaria de los suelos compactados en un molde de un tamaño dado con un martillo de 4.54 Kg. (10 lb) que cae desde una altura de 457 mm (18"). Se han previsto cinco procedimientos alternativos en la siguiente forma:

ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN # 1

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Norma I.N.V-E 142/13 - ASTM D1557 - NTC 673 - AASHTO T-180

PROYECTO: Mejoramiento Vías	**SECTOR:** La Culebra	**TRAMO:** 1
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**VEREDA:** Santa Lucia	**APIQUE:** 1
FECHA: 24/09/2024	**MUNICIPIO:** Mogotes - Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m



MOLDE No	1
DIÁMETRO MOLDE (cm)	15.13
ALTURA MOLDE (cm)	11.5
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2067.60
NUMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

PESO TARA (gr)	8.4	7.2	10.2	
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	72.9	60.2	75	
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	65.8	52.5	64.3	
PESO AGUA	7.1	7.7	10.7	
PESO SOLIDO	57.4	45.3	54.1	
HUMEDAD %	12.37	17.00	19.78	

PESO MOLDE (gr)	6050	6050	6050	
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	10305	10440	9810	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4255	4390	3760	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	2.06	2.12	1.82	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.83	1.81	1.52	

DENSIDAD MÁXIMA	1.90
HUMEDAD OPTIMA	14.90

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

7 RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) I.N.V. E – 148 – 13

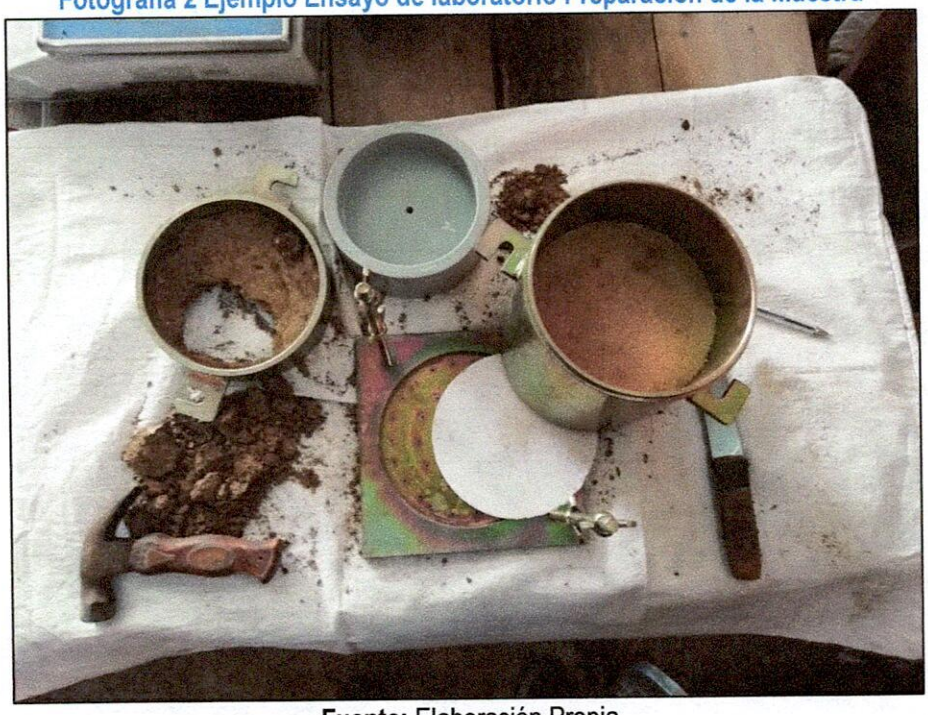
7.1 OBJETO

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado relación de soporte de California, que es muy conocido debido a su origen, como CBR (California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales cohesivos que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19 mm (3/4")

7.2 RESUMEN DEL MÉTODO

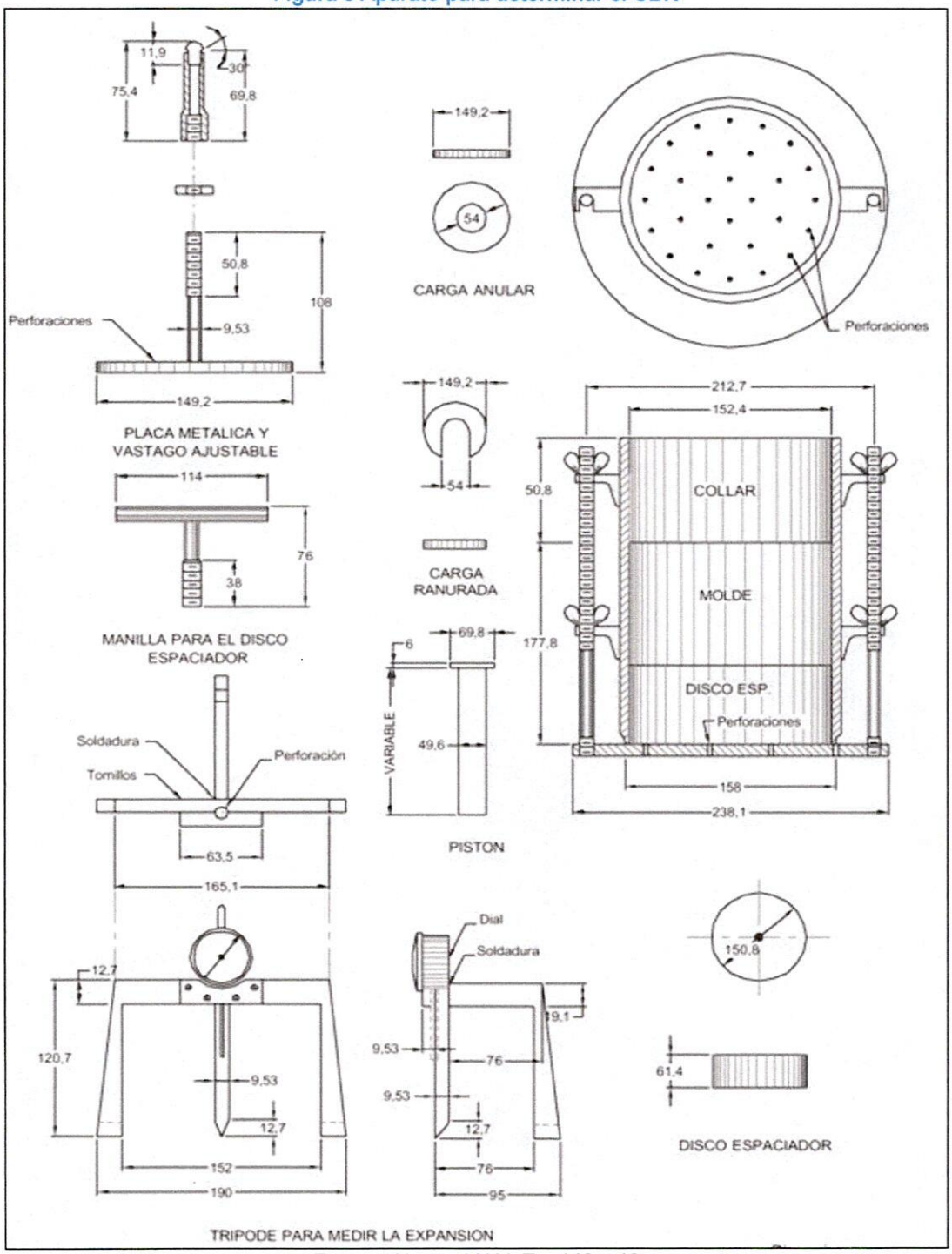
Este método de prueba se emplea para evaluar la resistencia potencial de materiales de subrasante, súbase y base, incluyendo materiales reciclados para empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles.

Fotografía 2 Ejemplo Ensayo de laboratorio Preparación de la Muestra



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 Aparato para determinar el CBR



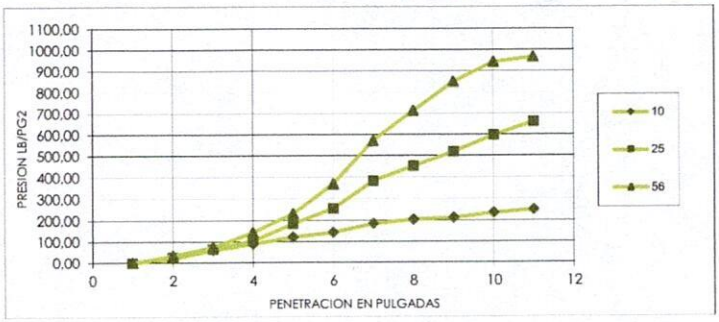
Fuente: Norma I.N.V. E – 148 – 13

ENSAYO # 1 RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO)

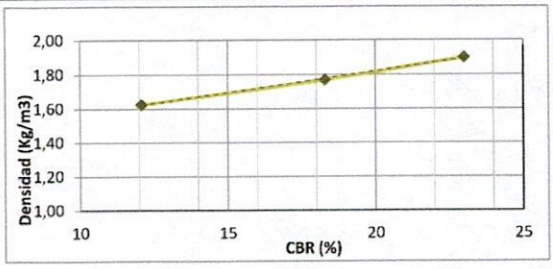
COMPACTACIÓN DE CBR

Norma INV E. 148 / 2013

PROYECTO: Mejoramiento Vías	**SECTOR:** La Culebra	**TRAMO:** 1
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**VEREDA:** Santa Lucia	**APIQUE:** 1
FECHA: 24/09/2024	**MUNICIPIO:** Mogotes - Stder.	**PROF:** 0.00-1.50



MOLDE No	1		2		3	
No DE GOLPES	10		25		56	
DIAS DE INMERSIÓN	4		4		4	
PENETRACION	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0250	0,29	20,73	0,36	25,73	0,47	33,59
0,0500	0,85	60,76	0,91	65,04	1,04	74,34
0,0750	1,25	89,35	1,46	104,36	2,00	142,95
0,1000	1,69	120,80	2,56	182,98	3,22	230,16
0,1500	2,00	142,95	3,57	255,17	5,16	368,82
0,2000	2,57	183,70	5,37	383,83	8,00	571,82
0,2500	2,83	202,28	6,32	451,73	9,95	711,20
0,3000	2,96	211,57	7,26	518,92	11,89	849,86
0,4000	3,28	234,44	8,35	596,83	13,19	942,78
0,5000	3,49	249,45	9,23	659,73	13,52	966,37
CBR A 0.1"	12		18		23	
CBR A 0.2"	12		26		38	
CBR CORREGIDO 0.1"						
CBR CORREGIDO 0.2"						



%Densidad	Densidad	CBR(%)
86%	1,63	12
93%	1,77	18
100%	1,90	23

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 2 Perfil Estratigráfico Apique # 1

PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER		
APIQUE # 1	C.B.R LABORATORIO	LOCALIZACION	VEREDA SANTA LUCIA

PROFUNDIDAD (metros)		DESCRIPCION MUESTRA
0.00 1.50		Arenas limosas, mezclas de arena y limoo y de concistencia firme, que se califica en el sistema unico de clasificacion de suelos S.U.C.S como **(SM)**

OBSERVACIONES:

Con base en la información obtenida en los sondeos se evidencia que a las profundidades donde fueron tomadas las muestras, no hubo presencia del nivel freático que impidiera la toma de las muestras en seco



Ing. John Fernado Sarmiento Duran
Especialista en Geotecnia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Clasificación del suelo

			SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
No. CBR	**Clasificación General**	**Usos**	**Unificado**	**AASHTO**
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5, A6,A7
3 – 7	Muy pobre a regular	Sub rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Regular	Sub base	OL,CL,ML,SC, S, M,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	Bueno	Sub base y base	GM,GC,SW,S M,SP,GP	A-1b,A2-5, A-3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a,A2-4,A-3

En los apiques realizados se encuentran suelos con características en el rango C.B.R cualitativa: **Bueno**

Tabla 4 Clasificación del suelo de la Subrasante

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER				
TRAMO	**DIRECCION**	**CBR (%)**	**CBR (%) PROMEDIO**	**CLASIFICACION GENERAL**
		APIQUE 1		
1	Vereda Santa Lucia Sector La Culebra (BOX o PH)	23	23	**Bueno**

Fuente: Elaboración Propia

De todas maneras, se debe buscar siempre el mejor suelo posible para la plataforma y asegurar una buena capacidad portante en los 30 cm superiores.

Si un suelo tiene CBR entre dos y cinco se sustituirán aproximadamente 50 cm de material que este clasificado dentro de un índice superior a S2 o se debe tratar el suelo con cal o cemento.

Los suelos con las siguientes características no son aptos para subrasante:

IP>40, LL>70, Expansión lineal mayor a CBR>2%, con contendió de materia orgánica >3%.

Si bien los valores obtenidos de CBR e IPD permiten tomar el suelo como una subrasante, la composición arcillosa no permite este uso, por lo cual, en caso de la necesidad de una vía en este tipo de suelo, es necesaria la implementación de materiales granulares que favorezcan la estabilidad del suelo subrasante Algunas de las mejoras de los tratamientos son las siguientes:

- Cal viva
- Esqueleto de arena y piedra, le dan un esqueleto a la plataforma arcillosa.
- Geotextiles.
- Materiales de sustitución CBR>20%
- Cuando el suelo de subrasante sea de finos como en este caso lo es, presentan el fenómeno de colchón elástico durante la compactación.
- Disminuir la humedad del suelo.
- Se debe revisar la migración de finos a la base granular.

Además de lo anterior se efectuó la recuperación de muestras para laboratorio para más información a la toma de decisión del ingeniero diseñador de suelos finos, donde esto fue posible y de los materiales granulares. En caso de la necesidad de una vía en este tipo de suelo, es necesaria la implementación de materiales granulares que favorezcan la estabilidad del suelo subrasante como subrasante la cual debe cumplir con las siguientes especificaciones INVIAS:

Material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor. Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase granular a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos asfálticos o la que sirve de soporte a los pavimentos de concreto hidráulico, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización. 320.2 MATERIALES Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el numeral 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 320.1. Los documentos del proyecto indicarán la franja por utilizar.

Figura 6 Franjas Granulométricas del material de subbase

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Fuente: Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

9 SUBRASANTE

Para la caracterización de la subrasante se toman los % CBR laboratorio, a criterio del ingeniero Geotecnista. Se realizo (1) ensayo por el método: **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) I.N.V. E – 148 – 13**, Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado relación de soporte de California, que es muy conocido debido a su origen, como CBR (California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales cohesivos que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19 mm (3/4").

Información Básica: Suelos de subrasante:
Excelente o bueno como subgrado
Resumen de los resultados de CBR de campo.

Tabla 5 Resumen de los resultados de CBR de campo.

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER			
TRAMO	**DIRECCION**	**CBR (%)**	**CBR (%) PROMEDIO**
		APIQUE 1	
1	Vereda Santa Lucia Sector La Culebra (BOX o PH)	23	23

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6 Resultados Ensayos de Campo CBR % 2 - 5

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER				
TRAMO	**DIRECCION**	**CBR (%)**	**CBR (%) PROMEDIO**	**CLASE O TIPO**
		APIQUE 1		
1	Vereda Santa Lucia Sector La Culebra (BOX o PH)	23	23	**S5**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Fuente: Cartilla obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia Rural

9.1 MATERIALES QUE SE UTILICEN COMO CAPA DE SUB RASANTE.

De preferencia:

- **GW, SW, SM, ML** incluyendo el **SC** (siempre que la arcilla no sea de alta plasticidad).
- Si se tienen materiales del tipo **CL, MH, CH, CL-ML** y su LL este en un rango de 50 y 100%, se tiene que realizar un análisis para reducir los valores del LL y en consecuencia el IP.
- Cuando el terreno de apoyo sea del tipo **MH, CH y OH** con LL=100%, estos serán rechazados, y para ello se recomienda una sustitución del material con material limoso mezclado con arena y/o grava en espesor mínimo de 30cm.
- Y si al realizar el corte se encuentre fragmentos de roca, estos no serán admitidos como lecho de apoyo y de ser así entonces se deberá proceder a la remoción de estos fragmentos endurecidos.

Tabla 8 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm)	50 máx	-	-	-				-			
Nº 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-				-			
Nº 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36 min			
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40 Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 mín	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

Fuente: AASHTO

9.2 MATERIAL DE SOPORTE PARA EL PAVIMENTO

Se tendrá en cuenta tres tipos de soporte para el pavimento, como se indica en la siguiente tabla, el suelo natural, las bases granulares (Artículo INV- 330-13) y las bases estabilizadas con cemento (Artículo INV-341-13), de 100 mm de espesor. Su efecto en el espesor de la estructura se tendrá en cuenta elevando el valor de la capacidad de soporte del terreno natural o suelo de subrasante

Tabla 9 Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Fuente: Manual de Diseño de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de transito

9.3 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

Para los diseños de los pavimentos se escogieron 4 calidades de concreto según lo indicado en la Tabla 10, las resistencias al flexo tracción se evalúan a los 28 días y se miden con base en el ensayo Resistencia a la flexión del concreto. Método de la viga simple cargada en los tercios de la luz (Norma INV E414-13).

Tabla 10 Valores de resistencias al flexo tracción del concreto (Módulo de rotura).

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm^2)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Invías

9.4 MEJORAMIENTO DE LA VÍA MEDIANTE PLACA HUELLA

La placa-huella es una losa de concreto reforzado fundida sobre la subbase en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la riostra y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

La longitud máxima de la placa-huella es de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m). Como el ancho de la riostra siempre es de veinte centímetros (0,20 m) la longitud máxima de un módulo es de tres metros (3,0 m) y corresponde a la longitud del módulo en tangente.

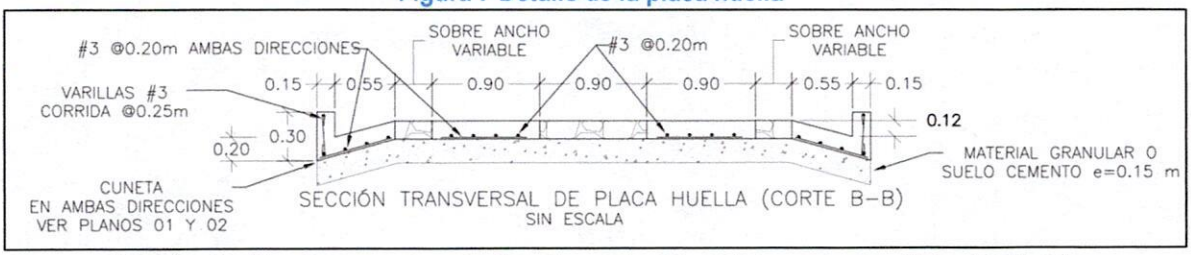
En las curvas horizontales la longitud de la placa-huella puede _actuar entre un (1,00) metro y dos metros con ochenta centímetros (2,80 m).

El ancho de la placa-huella en tangente es de noventa centímetros (0,90 m).

Dependiendo de su delación y radio de curvatura las curvas horizontales pueden requerir placas-huella de anchos mayores. En la presente Guía se han establecido para las placas-huella en curva tres valores de ancho: noventa centímetros (0,90 m), un metro con treinta y cinco centímetros (1,35 m) y un metro con ochenta centímetros (1,80 m).

El espesor de la placas-huella es de quince centímetros (0,15 m).

Figura 7 Detalle de la placa huella



Fuente: Cartilla obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia Rural

10 CALCULO MODULO DE RESILIENCIA

Para calcular el valor del Módulo Resiliente (Mr) de la subrasante de la Unidad definitiva de diseño a partir del valor adoptado de CBR.

El MOP de Chile en el año 2004, recomendó entre otras ecuaciones la siguiente:

Figura 8 Modulo Resiliente (Mr)

$$M_r = 21.5\ x\ (CBR)^{0.55}\ (MPa), 12 < CBR < 80\%$$

Fuente: MOP (2004) (Chile)

Una vez establecido el valor del CBR de la subrasante de la Unidad definitiva de diseño se deberá calcular el valor del Módulo Resiliente, utilizando la correlación propuesta por la AASHTO que se indica a continuación:

$$M_r = 21.5\ x\ (CBR)^{0.55}$$

M_r = Valor del Módulo Resiliente, en megapascales (MPa)
CBR = En porcentaje

Se determina Módulo Resiliente de una Unidad Definitiva de Diseño en base a los CBR obtenidos de Laboratorio.

Tabla 11 CBR de Diseño Vs Modulo Resiliente.

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER					
TRAMO	DIRECCION	CBR (%) APIQUE 1	CBR (%) PROMEDIO	CLASE O TIPO	MODULO RESILIENCIA Mpa
1	Vereda Santa Lucia Sector La Culebra (BOX o PH)	23	23.00	S5	123.98

Fuente: Elaboración Propia

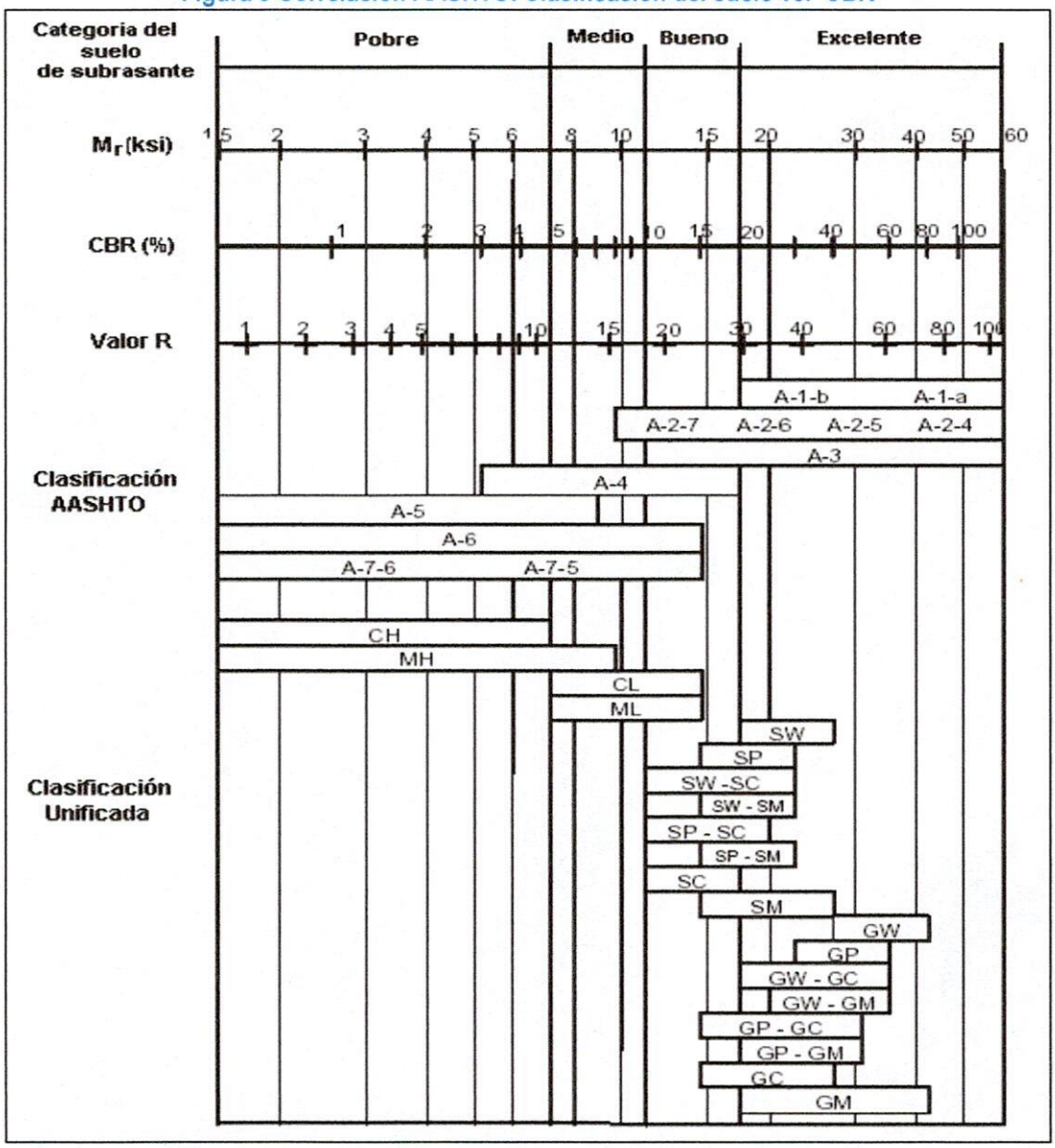
$$CBR_{\ Diseño} = 23.00$$

$$M_{r\ Diseño} = 21.5\ x\ (CBR)^{0.55} = 123.98\ MPa$$

Se adopta el valor del CBR de diseño (23.00) de la subrasante.

Definidos los valores de CBR, determinados mediante ensayos de propiedades índices de los suelos C.B.R), a criterio del ingeniero Geotecnista, se organizaron los % de los CBR obtenidos, de mayor a menor y se analizarlos en conjunto, para elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de diseño. Se tomó un % prudente y se utiliza un criterio conservador sin que esto implique elegir el menor valor de todos.

Figura 9 Correlación AASHTO. Clasificación del suelo vs. CBR



Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfalticos Para Vías con Bajos Volúmenes de Transito

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se adopta el valor del CBR de diseño (23.00) de la subrasante.

Definidos los valores de CBR, determinados mediante ensayos de propiedades índices de los suelos C.B.R), a criterio del ingeniero Geotecnista, se organizaron los % de los CBR obtenidos, de mayor a menor y se analizarlos en conjunto, para elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de diseño. Se tomó un % prudente y se utiliza un criterio conservador sin que esto implique elegir el menor valor de todos.

Cuando la subrasante presenta una capacidad de soporte muy baja, es decir, con CBR menor o igual a tres por ciento (<3%), el diseño involucra la utilización de un geotextil y de una capa subrasante

De acuerdo con la exploración geotécnica, se evidencia que, a la profundidad de las excavaciones, se encuentran sobre tamaños de roca. Material Común 60% Roca 40

Para el desarrollo del proyecto se analizaron los siguientes factores; Los detonantes tales como las lluvias, la erosión, la actividad sísmica y antrópica; y los intrínsecos como la morfología, geología, humedad, de todos estos se puede concluir que en la zona más crítica es un ecosistema caracterizado por fuertes pendientes.

En los tramos donde se construirá la placa huella no se evidencian taludes que afecten la estabilidad de las obras.

Es necesario la construcción de estructuras de drenaje de aguas lluvias en el área de estudio para que sean canalizadas a puntos donde confluyan las aguas sin generar daños como son alcantarillas o cuerpos de agua.

Si el eje de un vehículo que circule sobre el pavimento con placas-huella tiene un peso y configuración tales que se produzcan en las placas-huella esfuerzos que superen su resistencia última, una ÚNICA pasada de ese vehículo produciría la falla estructural, es decir la ruptura de todas las placas-huella.

El espesor de la subbase granular es igual para cualquier diseño habiéndose establecido en quince centímetros (0.15 m). El espesor de las placas-huella también es de quince centímetros (0.15 m) y es igual para cualquier diseño. El espesor único adoptado para la subbase granular y para las placas-huella obedece fundamentalmente a conveniencias constructivas más que a requerimientos para controlar los esfuerzos producidos por los vehículos.

Una vez terminada cada una de las perforaciones se procede a medir, dando como resultado que en el nivel de la tabla de agua establecido para este suelo no se encuentra nivel Freático

Así mismo se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

Los valores de CBR que se obtuvieron de los ensayos de laboratorio, los cuales la clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia es de Tipo S5

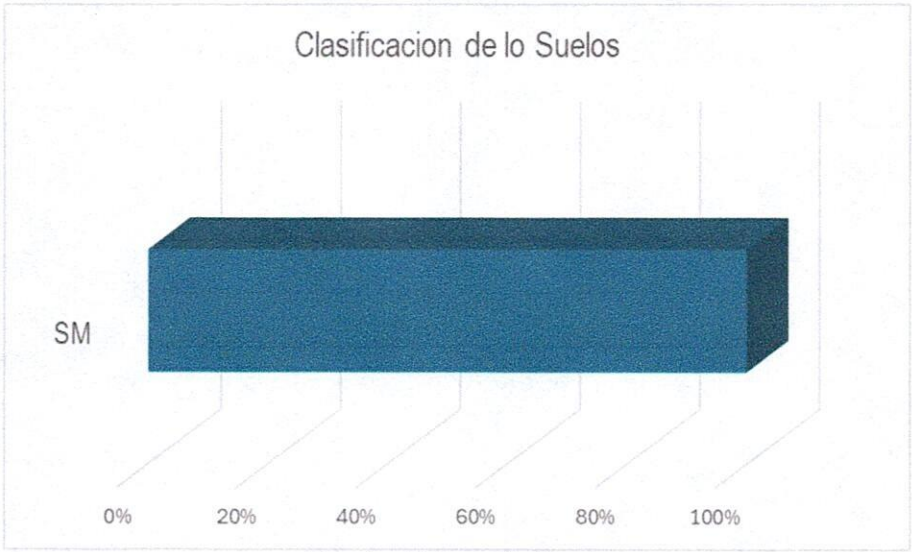
Tabla 12 Relación Tramos y Apiques

MEJORAMIENTO DE LA VIA RURAL QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE MOGOTES, SANTANDER				
TRAMO	**DIRECCION**	**CBR (%) APIQUE 1**	**CBR (%) PROMEDIO**	**CLASIFICACION GENERAL**
1	Vereda Santa Lucia Sector La Culebra (BOX o PH)	23	23	**Bueno**

Fuente: Elaboración Propia

Los tipos de suelo clasificados por medio de USCS para los materiales explorados en la parte vial del área de estudio son: Arenas Limosas, mezcla de arenas gravas y limos (SM) con 100%.

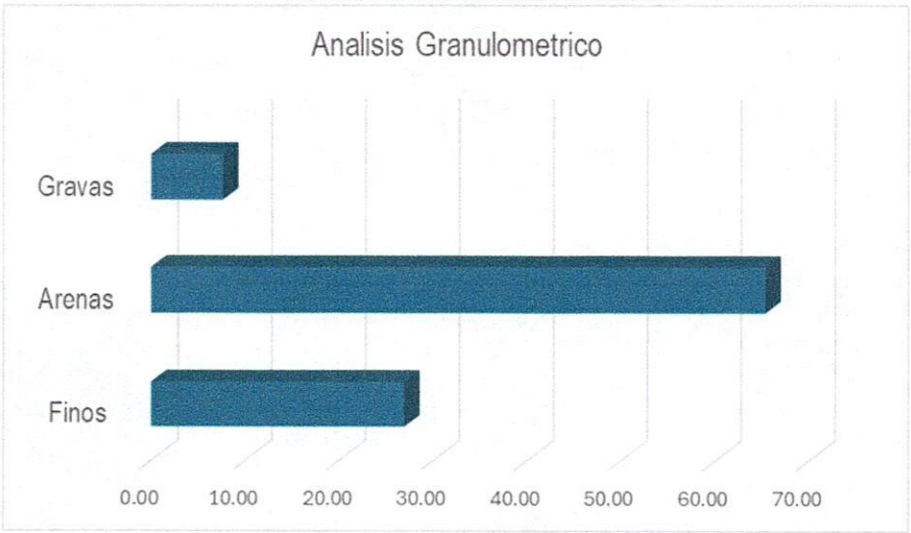
Grafica 1 Clasificación de los Suelos



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los valores promediados a manera general de la muestra total de un (1) apique analizado de la exploración geotécnica, correspondientes a 1 granulometría se observan valores promedio del tipo de grano así: gravas con 7.65%, arenas con 65.41% y finos con 26.94%. Esto concuerda con la clasificación del suelo, ya que el promedio de partículas finas estuvo por encima de los otros tamaños de grano y según el método SUCS los suelos corresponden a granulares.

Grafica 2 Análisis Granulométrico



Fuente: Elaboración Propia

El contenido de humedad encontrado en las muestras secadas al horno, se obtuvo un valor promedio de la humedad natural del 36.16% indicando una humedad baja a media, esto debido a que el terreno está conformado por mayor concentración de partículas finas arcillosas y limosas que absorben el agua en periodos de alta pluviosidad y lo retienen hasta ser evaporado con la ayuda de agentes atmosféricos como la incidencia de los rayos solares y corrientes de viento. Se recomienda mantener estos materiales bien drenados para evitar que la consistencia del suelo aumente al mantenerse el hidratado.

La consistencia de los materiales se analizó mediante los ensayos de límites de Atterberg, para determinar el grado de plasticidad que poseen las partículas finas que conforman los suelos existentes en la parte vial del área en estudio, estos valores porcentuales promedios son: limite liquido con %, limite plástico con 0.00% el índice de plasticidad con 00%; lo anterior describe una plasticidad baja.

No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.

Se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas, vaciado de los cimientos y/o construcción de la estructura, así mismo con la finalidad evitar filtraciones generadas por cualquier cambio climático.

Se recomienda que los rellenos proyectados, se realicen con material de relleno para estructuras, de acuerdo con especificación del INVIAS 220-13, compactado al 95% del Proctor modificado.

En caso de identificar relleno de mala calidad (con escombros y/o sueltos) que estén por fuera del corte recomendado (0.5H:1.0V) que sea vayan a implementar dentro de la ejecución del proyecto, se deberá retirar y reemplazar por material de relleno para estructuras, de acuerdo con especificación del

INVIAS 220-13, compactado al 95% del Proctor modificado, material que deberá cumplir con las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente.

12 RECOPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE

Para el desarrollo del presente estudio, se consultó las siguientes fuentes de información:

- Cartilla obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia Rural.
- INGEOMINAS año 1985.
- Registros de perforación y ensayos de laboratorio realizados para el presente trabajo.
- Memoria explicativa del mapa geológico generalizado del municipio de Mogotes
- Esquema de ordenamientos territorial del municipio de Mogotes – Santander.

13 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE LA CARTILLA OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL

El presente estudio geotécnico cumple con el reglamento; Cartilla obras menores de drenaje y estructuras viales programa Colombia Rural. El ingeniero Geotecnista da constancia de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio

John Fernando Sarmiento Duran
Ingeniero Civil
Especialista En Geotecnia Ambiental
T.P: 68202120337STD

14 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se tomo (1) muestra, se empaco debidamente en bolsas plásticas para ser remitidas al laboratorio de Mecánica de Suelos **Geo 3** en la ciudad de Girón. Se realizaron ensayos de humedad natural, límites, con la granulometría se efectuó la clasificación del suelo. Se relacionan los resultados de laboratorio obtenidos para cada muestra. Anexos Resultados de Laboratorio

14.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Una vez descritas las muestras recuperadas en cada una de las perforaciones, se identificaron las muestras representativas y se realizaron ensayos de laboratorio de caracterización y resistencia.

Tabla 13 Ensayo de laboratorio y normas aplicadas

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	N° ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 –AASHTO T88 I.N.V.E 123	1
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo.	ASTM D2216 I.N.V.E. 122	1
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D4318-AASHTO T89-60 I.N.V.E 126	1
Clasificación de suelos	ASTM D2487	1
Relaciones de Humedad – Peso Unitario Seco en los Suelos (Ensayo Modificado De Compactación)	INV E - 142 -13 / ASTM D-1557	1
C.B.R de Suelos Compactados en el Laboratorio	INV E-148 / ASTM D-1885	1

Fuente Inve - Exploración en campo

Tabla 14 Resumen de ensayos de laboratorio Apique 1

Prof. (m)	W%	%Finos	%L.L.	%L.P.	% I.P.	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
0.00 - 1.50	36.16	26.94	-	-	-	Arena Limosa SM

Fuente: Elaboración Propia

Convenciones:

W = Humedad
% Finos = Pasantes del tamiz ASTM 200
L.L. = Límite Líquido
L.P. = Límite Plástico
I.P. = Índice Plástico
S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Según las perforaciones, la descripción de las muestras obtenidas en los mismos y para efectos de diseño se definió los estratos establecidos en el capítulo **15.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

14.2 CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE DE CADA UNA DE LAS UNIDADES DE DISEÑO

Se analiza la clasificación de las muestras de subrasante tomadas y sus valores del límite líquido y el índice plástico y compararlos con la correlación presentada en la tabla 15 en la que se indica el potencial expansivo en función de los límites de consistencia para estos suelos es **Bajo.**

Tabla 15 Correlación Límites de consistencia vs. Potencial de expansión

LL (%)	IP (%)	Clasificación del hinchamiento potencial
> 60	> 35	Alto
50 - 60	25 - 35	Marginal
50 <	< 25	Bajo

Fuente: Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella

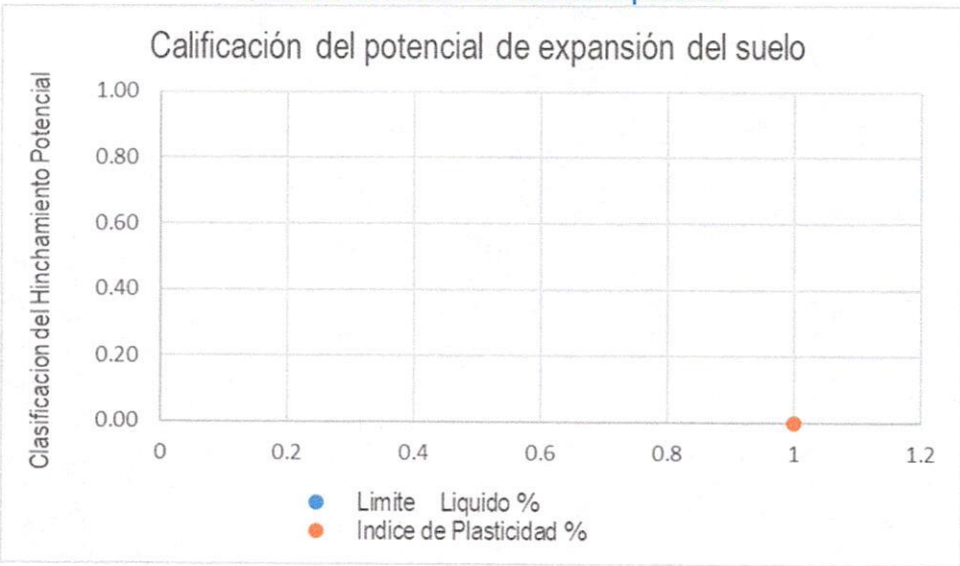
Tabla 16 Resultados Limite Liquido – Índice de Plasticidad

Calificación del potencial de expansión del suelo de la subrasante de cada una de las Unidades de Diseño		
Apique	Limite Liquido %	Indice de Plasticidad %
1	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas de los apiques, se encontró que estos valores porcentuales promedios del suelo son suelos: límite líquido (0.00%) e índice de plasticidad (0.00%). en la que se indica el potencial expansivo en función de los límites de consistencia para estos suelos es **Bajo**

Grafica 3 Calificación Potencia Expansión



Fuente: Elaboración Propia

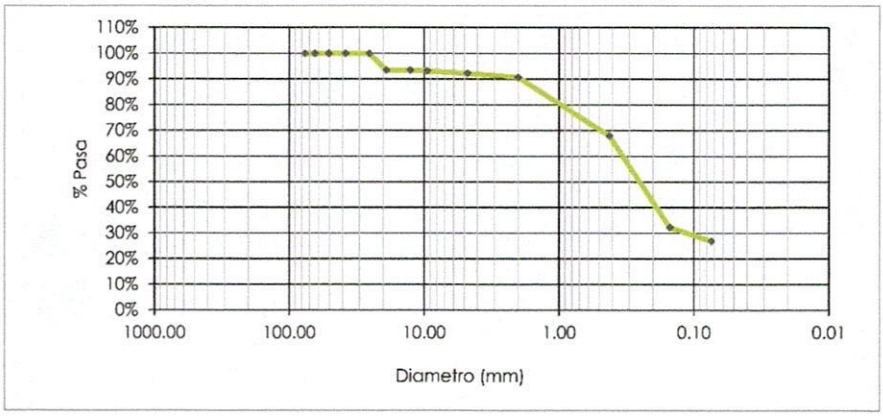
15 ANEXO

16 ANEXO RESULTADOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Normas INV E. 122, 123, 125, 126 / 2013 - NTC 77

PROYECTO: Mejoramiento Vías	**SECTOR:** La Culebra	**TRAMO:** 1
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**VEREDA:** Santa Lucia	**APIQUE:** 1
FECHA: 24/09/2024	**MUNICIPIO:** Mogotes - Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m



No.	[mm]	WRetenido	% Retenido	% Pasa
3"	76.10	0.00	0.00%	100.00%
2 ½"	64.00	0.00	0.00%	100.00%
2"	50.80	0.00	0.00%	100.00%
1 ½"	38.10	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	11.60	6.43%	93.57%
1/2"	12.70	0.00	0.00%	93.57%
3/8"	9.51	0.70	0.39%	93.18%
4	4.76	1.50	0.83%	92.35%
10	2.00	2.90	1.61%	90.74%
40	0.42	41.00	22.73%	68.02%
100	0.15	64.50	35.75%	32.26%
200	0.07	9.60	5.32%	26.94%
Pasa 200	0	48.60	26.94%	0.00%
Total		180.40		

W. SH+Tara	295.70
W. SS+Tara	230.5
W. Tara	50.1
W. Agua	65.2
% Humedad	36.14

W. Seco	180.4
W. Lavado	131.8

Finos	26.94%
Arena	65.41%
Grava	7.65%

LL	0
LP	0
IP	0

D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	USCS	AASHTO	IG
0.027	0.118	0.284	0.359	1.40	13.09	SM	A - 2 - 4	0

NOMBRE	ARENA LIMOSA

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

LÍMITES DE ATTERBERG

Normas INV. E - 125, 126 - ASTM D421-58 y D422-83 - AASHTO T88

PROYECTO: Mejoramiento Vías	**SECTOR:** La Culebra	**TRAMO:** 1
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**VEREDA:** Santa Lucia	**APIQUE:** 1
FECHA: 24/09/2024	**MUNICIPIO:** Mogotes - Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m

LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	No. GOLPES

LÍMITE PLÁSTICO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	LP

LL= 0.00 **LP=** 0.00 **IP=** 0.00



Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios