Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

OCTUBRE 2024

ESTUDIO DE SUELOS

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

LOCALIZACIÓN: **MUNICIPIO CÓMBITA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

REALIZADO POR: **GLOBAL CIVIL INGENIERIA SAS**

DIRIGIDO A: **ALCALDÍA MUNICIPAL**

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 4
2. LOCALIZACIÓN GENERAL 4
3. OBJETIVOS 5
3.1 Objetivo General 5
3.2 Objetivos específicos 5
4. ALCANCE DEL PROYECTO 6
4.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO 8
4.2 ENSAYOS REALIZADOS 13
5. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 14
5.1 PERFIL DEL SUBSUELO 14
6. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 15
6.1 PERFIL DEL SUBSUELO 15
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS 16
7.1 HUMEDAD DEL MATERIAL 16
7.2 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS 16
7.3 CBR EN FUNCIÓN DE PDC (índice de penetración) 17
7.4 RESISTENCIA DEL MATERIAL DE SUBRASANTE 17
8. DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS. 19
9. INFORMACIÓN GENERAL DEL TRAMO VIAL 24
9.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 24
9.1.1 PRECIPITACIÓN 24
9.1.2 EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE 24
9.1.3 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO 25
- CRITERIO DEL PERCENTIL 25
10. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general del municipio de Cómbita dentro de la geografía nacional. 4
Figura 2. Localización Vía, Vereda San Rafael, modificado en Google Earth 7
Figura 3. Localización Vía, Vereda San Rafael, Apiques 1 al 5, modificado en Google Earth..... 8
Figura 4. Estado de las vías actualmente..... 9
Figura 5. Actividades de exploración mediante la utilización de pruebas de CBR y ensayos de campo de pruebas de cono de penetración dinámico PDC.....13
Figura 6. Cuadro resumen ensayos 14
Figura 7. Cuadro Descripción general de los estratos 15
Figura 8. Predicción de la expansividad a partir del límite líquido. Tomado INV.E–132–13 16
Figura 9. Predicción de la expansividad a partir del índice de plasticidad. Tomado INV.E–132–13 16
Figura 10. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 1 19
Figura 11. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 2 20
Figura 12. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 3 21
Figura 13. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 4 22
Figura 14. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 5 23
Figura 15. Climograma municipio de Combita. 24

1. INTRODUCCIÓN

Atendiendo la solicitud de la Alcaldía Municipal de Cómbita se realizó el presente estudio de suelos proyectando la construcción de un tramo de vía rural para el mejoramiento y mantenimiento de vías veredales en el municipio de Cómbita en el departamento de Boyacá.

2. LOCALIZACIÓN GENERAL[1]

En la figura 1 se puede apreciar la localización general del municipio de Combita dentro de la geografía nacional

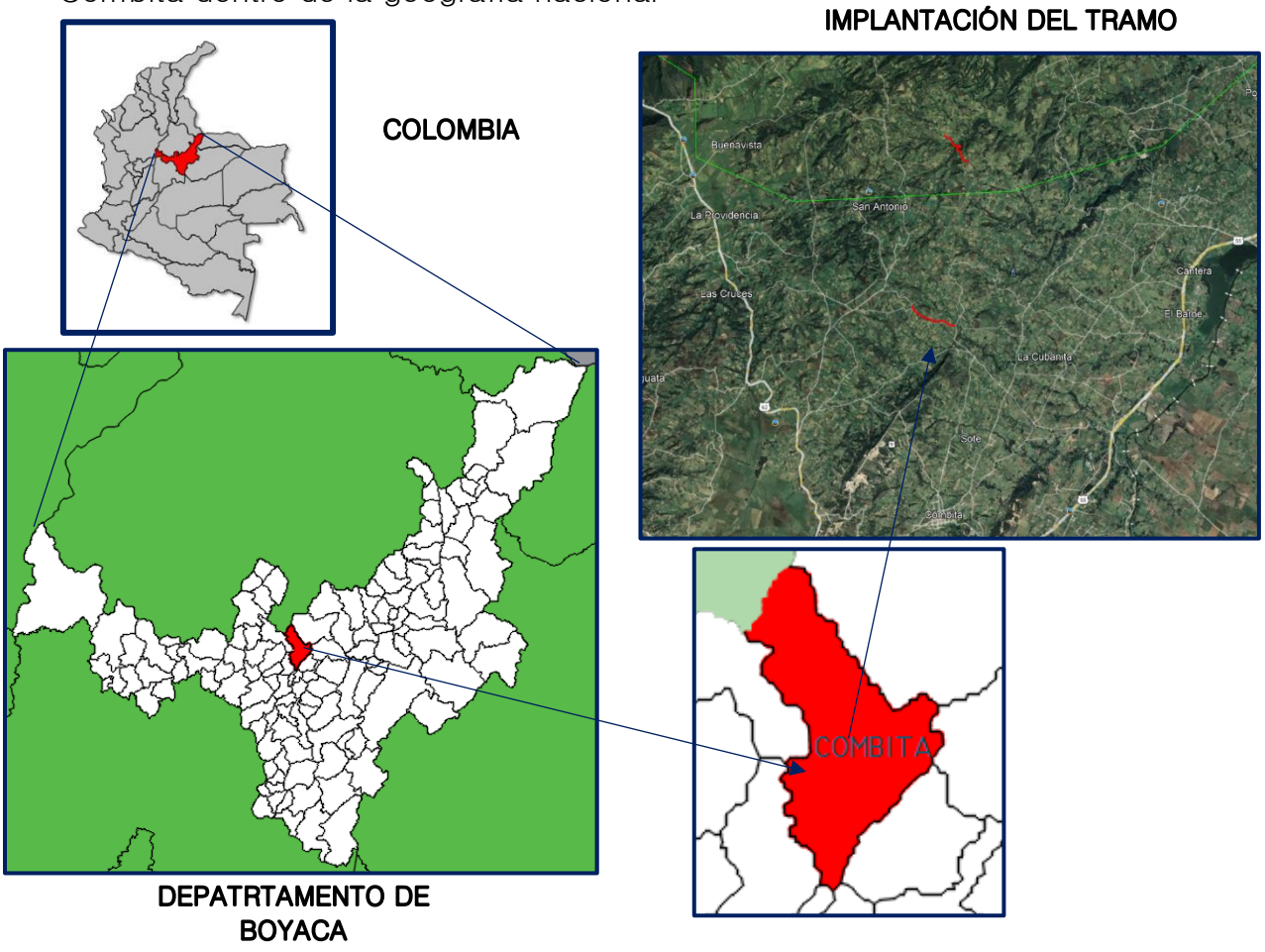


Figura 1 Localización general del municipio de Cómbita dentro de la geografía nacional.

[1] Diccionario Geográfico de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

El objetivo de este estudio es llevar a cabo la exploración y análisis geotécnico preliminar del suelo de subrasante de un tramo de vía en la vereda San Rafael del municipio de Cómbita departamento de Boyacá. Este análisis tiene como objetivo mejorar las condiciones viales en la zona, y posteriormente diseñar la estructura de pavimento más adecuada, teniendo en cuenta las consideraciones específicas del proyecto.

3.2 Objetivos específicos

- Conocer el perfil estratigráfico del sub-suelo con base en el estudio de los apiques a cielo abierto.

- Determinar mediante pruebas de campo y ensayos de laboratorio, las propiedades físicas mecánicas del suelo, tales como: Granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, módulo de reacción de la subrasante.

- Identificar el nivel freático (NF) o establecer su ausencia.

- Tomando como referencia los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio; formular recomendaciones para la construcción de la estructura del pavimento, con el fin de garantizar en una forma técnica, funcional y económica la estabilidad de esta.

4. ALCANCE DEL PROYECTO

Se realizó la exploración y estudio geotécnico del suelo de subrasante de una (01) vía rural del municipio de Combita departamento de Boyacá, para posteriormente diseñar la estructura de pavimento más favorable de acuerdo a las consideraciones del proyecto. Es importante anotar que los estudios complementarios necesarios para la evaluación como tránsito, hidráulica, topografía, procesos constructivos no están dentro del alcance del presente estudio sin embargo se darán algunas observaciones.

En la siguiente tabla podemos ver la localización donde se desarrolló el estudio geotécnico y la cantidad de apiques realizados.

Vía		Norte	Oeste	Numero de Apiques	Longitud del Tramo (m)
Inicio	Vía 1, Vereda San Rafael	5°40'27,40''	73°19'07,40''	Apqs. 1 al 5	K0+000 a K1+202,03
Fin		5°40'44,50''	73°19'39,20''		

Coordenadas Magna Sirgas	Norte	Oeste	Apique	Origen Nacional	
				Norte	Oeste
Elipsoidal	5°40'29,11''	73°19'13,36''	1	2185059.601	4964537.515
Gauss-Krueger	1119324,377	1083875,443			
Elipsoidal	5°40'31,40''	73°19'18,73''	2	2185129.969	4964372.514
Gauss-Krueger	1119394,712	1083710,094			
Elipsoidal	5°40'32,45''	73°19'25,54''	3	2185162.351	4964163.106
Gauss-Krueger	1119426,696	1083500,480			
Elipsoidal	5°40'35,09''	73°19'31,84''	4	2185243.455	4963969.443
Gauss-Krueger	1119507,547	1083306,498			
Elipsoidal	5°40'39,19''	73°19'36,44''	5	2185369.392	4963828.052
Gauss-Krueger	1119633,318	1083164,774			



Figura 2. Localización Vía, Vereda San Rafael, modificado en Google Earth

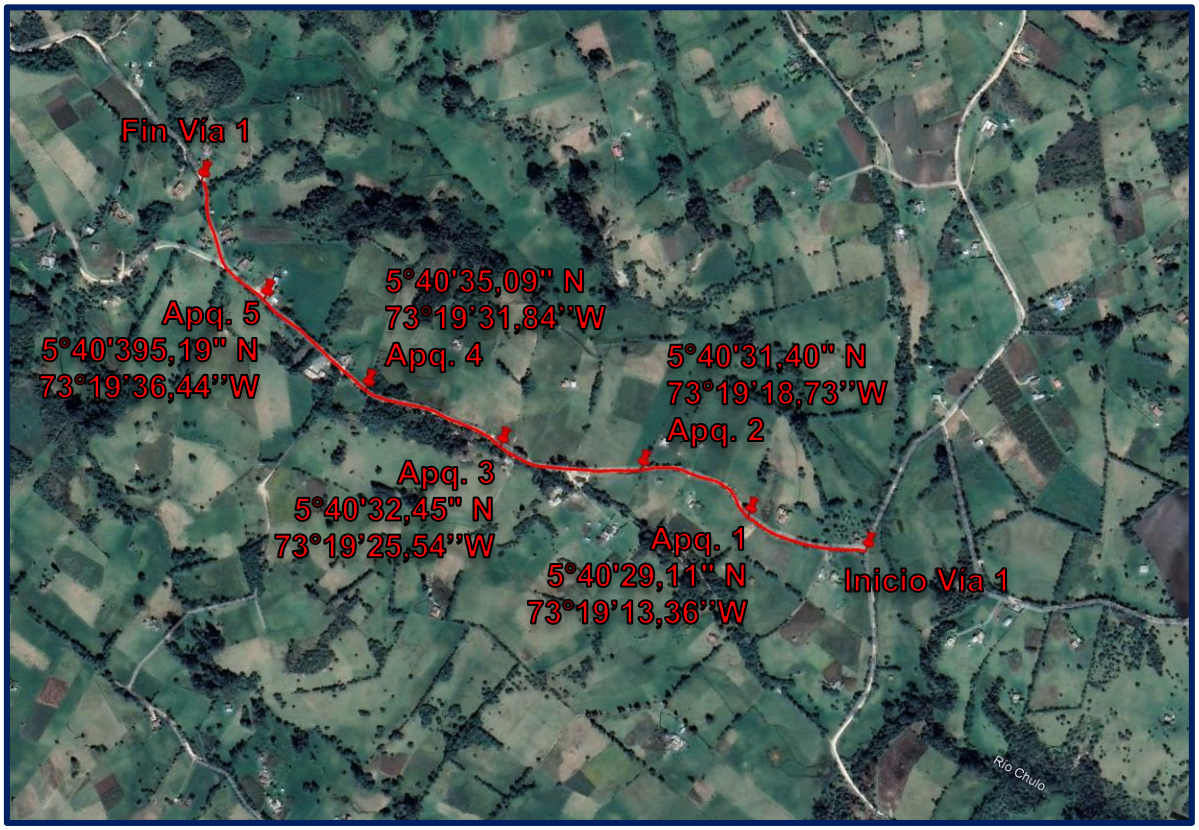


Figura 3. Localización Vía, Vereda San Rafael, Apiques 1 al 5, modificado en Google Earth

4.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Las actividades contemplan la exploración del subsuelo por medio de cinco (05) Apiques de avance a una profundidad de 1.50 metros. De los apiques se extrajeron muestras representativas alteradas para determinar el contenido de humedad y para clasificación de los diferentes estratos encontrados, se desarrolló la extracción de muestras inalteradas para determinar el CBR y se realizaron pruebas en campo mediante PDC.

En las siguientes fotografías se pude observar el proceso de exploración



Figura 4. Estado de las vías actualmente

Los sectores de los apiques 1 al 5 se encuentran actualmente con material de afirmado de 0.00 a 0.10 metros.

Apique 1





Apique 2





Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 3112117489
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Apique 3



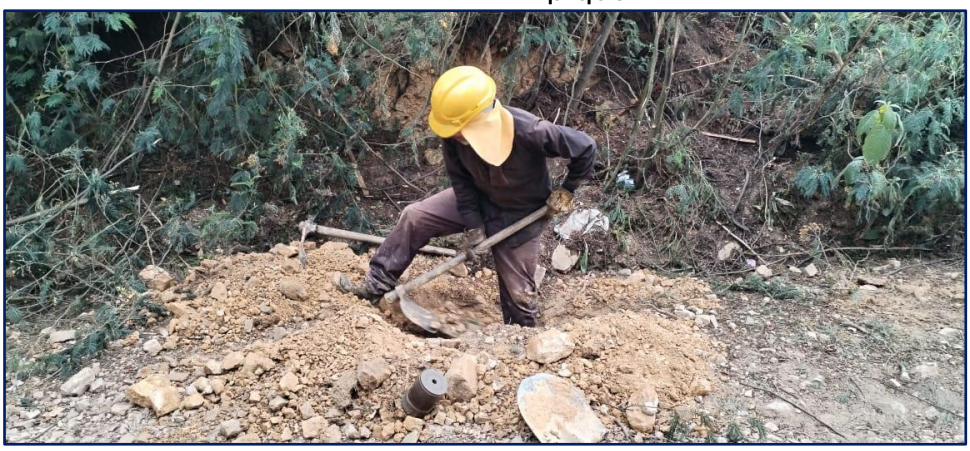
Apique 4







Apique 5





Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 3112117489
e-mail: globalcivilsas@gmail.com



Figura 5. Actividades de exploración mediante la utilización de pruebas de CBR y ensayos de campo de pruebas de cono de penetración dinámico PDC.

4.2 ENSAYOS REALIZADOS

La determinación de las características del subsuelo, incluye los siguientes ensayos:

- Contenido de agua (Humedad) INV – E 122.
- Lavado por el tamiz 200 INV – E 214
- Determinación del Límite Líquido INV – E 125.
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad INV – E 126.
- Relación de soporte del suelo CBR mediante PDC.
- Relación de soporte del suelo en el terreno (CBR "in situ") INV E – 169

5. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

5.1 PERFIL DEL SUBSUELO

A continuación, se presenta un resumen con los resultados de los ensayos realizados según la localización de los apiques y los cambios de estratos encontrados.

Apique N° Prof. (m)	Propiedades físicas y clasificación												Proctor		CBR LABORATORIO		CBR IN SITU		PDC	EXPANSION TOTAL (%)
	Humedad Natural (%)	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Índice de Liquidez	Humedad de equilibrio	Peso Muestra	Volumen	Peso Unitario Total (ton/m³)	Peso Unitario Seco (ton/m³)	Pasa 200 (<0.075mm)	Clasificación USC	Densidad Maxima Seca	Humedad Optima	SECO	SUMERGIDO	SECO	SUMERGIDO	CBR	EXPANSION TOTAL (%)
APQ - 1 (0,00/1,50)	27,08	44,46	29,84	14,62	-0,19	16,33	4582	2225	2,06	1,62	91,50	M L	1890	13,80	5,55	3,51			4,39	0,57
APQ - 2 (0,00/1,50)	21,00	46,61	24,72	21,89	-0,17	13,47	***4503***	***2180***	2,07	1,71	97,66	C L	1900	12,00	4,03	2,45			4,37	0,42
APQ - 3 (0,00/1,50)	14,35	36,37	23,55	12,81	-0,72	10,34	4414	2192	2,01	1,76	53,53	C L	1840	10,80	5,26	3,01			7,32	0,69
APQ - 4 (0,10/1,50)	29,87	46,49	33,36	13,14	-0,27	17,64	***5661***	***3167***	1,79	1,38	74,95	M L					5,04	3,25	6,56	0,91
APQ - 5 (0,00/1,50)	18,96	33,15	20,34	12,81	-0,11	12,51	4523	2272	1,99	1,67	51,48	C L	1920	12,70	6,31	3,23			7,48	0,42

Figura 6. Cuadro resumen ensayos

Apique N° Prof. (m)	DESCRIPCIÓN
APQ - 1 (0,00/1,50)	Material compuesto por limo de color café
APQ - 2 (0,00/1,50)	Material compuesto por arcilla delgada de color gris con amarillo
APQ - 3 (0,00/1,50)	Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color gris con naranja
APQ - 4 (0,10/1,50)	Material compuesto por limo con arena de color café con naranja
APQ - 5 (0,00/1,50)	Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color amarillo

Figura 7. Cuadro Descripción general de los estratos

6. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

6.1 PERFIL DEL SUBSUELO

En los sitios de investigación se encontró suelos de las siguientes características:

- Subsuelo: Constituido por estratos organizados de la siguiente forma:
- Vía Vereda San Rafael

- ML/CL: Limo con arena y arcilla delgada con grava de color café, gris y amarillo, estado solido, expansividad baja a alta, Limite Plástico de 20% a 33%, Limite Liquido de 33% a 46%, Indice de Plásticidad de 12% a 21%, Consistencia de Regular a pobre. Presenta porcentajes de arenas variable de 2 a 48%.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 HUMEDAD DEL MATERIAL

Se puede apreciar valores moderados a altos de humedad en los cinco tramos explorados con un valor promedio entre el 14% y 29%, encontrando valores altos en los sectores del apique 1 y 4 de consistencia regular a pobre. Dadas las condiciones de humedad del sector y la pendiente del tramo a trabajar es necesario la construcción de drenes subsuperficiales en el tramo del apique 4, Se esperan cambios volumétricos por infiltración de aguas, adicionalmente no se evidencio la presencia de nivel freático.

7.2 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS

De acuerdo a la INV E 132–13, se considera la tabla 132–1, para clasificar de forma cualitativa el grado de expansión de los suelos.

GRADO DE EXPANSIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	
	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 30	20 – 35
Medio	30 – 40	35 – 50
Alto	40 – 60	50 – 70
Muy alto	> 60	70 - 90

Figura 8. Predicción de la expansividad a partir del límite líquido. Tomado INV.E–132–13

Tabla 132 - 2. Predicción de la expansividad a partir del índice de plasticidad

GRADO DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
	HOLTZ Y GIBBS	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 20	0 – 15	< 12
Medio	12 – 34	10 – 35	12 – 23
Alto	23 – 45	20 – 55	23 – 32
Muy alto	> 32	> 35	> 32

Figura 9. Predicción de la expansividad a partir del índice de plasticidad. Tomado INV.E–132–13

De acuerdo a los valores obtenidos de límite liquido (LL) e índice de plasticidad (IP), se tiene valores que oscilan de 33% a 46% y de 12% a 21%, respectivamente, catalogando al suelo con grado de expansión medio.

De la misma manera se puede encontrar que los valores de humedad en algunos tramos se presentan por debajo de los valores de límite plástico presentando un comportamiento de tipo solido por lo que se encuentran condiciones favorables de estabilidad ante la aplicación de cargas verticales.

7.3 CBR EN FUNCIÓN DE PDC (índice de penetración)

El modelo que mejor se ajusta a la tendencia de los datos encontrados, es de tipo Potencial (Power). Asimismo, las correlaciones entre CBR y P.D.C., ya realizadas en anteriores investigaciones, indican que este modelo ofrece la mayor bondad de ajuste, si solo se tiene el P.D.C como variable independiente. Posteriormente se mencionarán algunas de las correlaciones de este tipo, implementadas en varios países.

$$CBR = 30.52 * (I.P.D.)^{-0.62}$$

Este tipo de correlación es la más usada actualmente en varios países debido a la sencillez de aplicación. Los parámetros del modelo cambian dependiendo del suelo y de las condiciones del lugar donde se desarrolló la ecuación.

7.4 RESISTENCIA DEL MATERIAL DE SUBRASANTE

Se tiene una categorización de la subrasante teniendo en cuenta los valores obtenidos de CBR para los dos sectores explorados

APIQUE No	CBR NO SUMERGIDO	CBR SUMERGIDO	CBR PDC	CATEGORIZACION
1	5,55	3,51	4,39	Pobre
2	4,03	2,45	4,37	Pobre
3	5,26	3,01	7,32	Regular a Pobre
4	5,04	3,25	6,56	Regular a Pobre
5	6,31	3,23	7,48	Regular a Pobre

8. DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos de los apiques realizados durante el estudio

APIQUE 1

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - APIQUE 01

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia											PERFIL
		Clasificación					CBR						
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	2%	3%	4%	5%	6%	7%	SUCS
(0.00 – 1,50) Estrato compuesto por limo de color café. Material de consistencia pobre y contenido de humedad alto	0,0												ML A-7-6
	0,1												
	0,2												
	0,3												
	0,4												
	0,5	28,20											
	0,6												
	0,7												
	0,8												
	0,9												
	1,0	27,19											
	1,1		44,46	29,84	14,62	91,50			X				
	1,2												
	1,3												
	1,4												
	1,5	25,84											

Observaciones : Se presentó Nivel Freatico a 1,00 m

Figura 10. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 1

APIQUE 2

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - APIQUE 02

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia											PERFIL
		Clasificación					CBR						
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	2%	3%	4%	5%	6%	7%	SUCS
(0.00 – 1,50) Estrato compuesto por arcilla delgada de color gris con amarillo. Material de consistencia pobre y contenido de humedad moderado	0,0												CL A-7-6
	0,1												
	0,2												
	0,3												
	0,4												
	0,5	20,49											
	0,6												
	0,7												
	0,8												
	0,9												
	1,0	22,42											
	1,1								X				
	1,2		46,61	24,72	21,89	97,66							
	1,3												
	1,4												
	1,5	20,10											

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Figura 11. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 2

APIQUE 3

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - APIQUE 03

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia											PERFIL
		Clasificación					CBR						
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	3%	4%	5%	6%	7%	8%	SUCS
(0,00 – 1,50) Estrato compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color gris con naranja. Material de consistencia regularta a pobre y contenido de humedad bajo	0,0												CL A-6
	0,1												
	0,2												
	0,3												
	0,4												
	0,5	12,80											
	0,6												
	0,7												
	0,8												
	0,9												
	1,0	15,24											
	1,1								X				
	1,2		36,37	23,55	12,81	53,53							
	1,3												
	1,4												
	1,5	15,00											

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Figura 12. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 3

APIQUE 4

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - APIQUE 04

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia											PERFIL
		Clasificación					CBR						
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	3%	4%	5%	6%	7%	8%	SUCS
(0,00-0,10) Material de Recebo	0,0												
	0,1												
(0,10 – 1,50) Estrato compuesto por limo con arena de color café con naranja. Material de consistencia regularta a pobre y contenido de humedad alto	0,2												MH A-7-5
	0,3												
	0,4												
	0,5	27,09											
	0,6												
	0,7												
	0,8												
	0,9												
	1,0	32,11											
	1,1								X				
	1,2		46,49	33,36	13,14	74,95							
	1,3												
	1,4												
	1,5	30,41											

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Figura 13. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 4

APIQUE 5

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - APIQUE 05

MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia											PERFIL
		Clasificación					CBR						
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	4%	5%	6%	7%	8%	9%	SUCS
(0.00 – 1,50) Estrato compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color amarillo. Material de consistencia regular a pobre y contenido de humedad bajo	0,0												CL A-6
	0,1												
	0,2												
	0,3												
	0,4												
	0,5	18,73											
	0,6												
	0,7												
	0,8												
	0,9												
	1,0	18,90											
	1,1								X				
	1,2		33,15	20,34	12,81	51,48							
	1,3												
	1,4												
	1,5	19,25											

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Figura 14. Perfil estratigráfico del suelo encontrado en el apique 5

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 3112117489
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

9. INFORMACIÓN GENERAL DEL TRAMO VIAL

9.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

9.1.1 PRECIPITACIÓN

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. La precipitación en Cómbita es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. El clima aquí se clasifica como Cfb por el sistema Köppen–Geiger. La temperatura media anual en Cómbita se encuentra a 12.7 °C. La precipitación media aproximada es de 1009 mm.

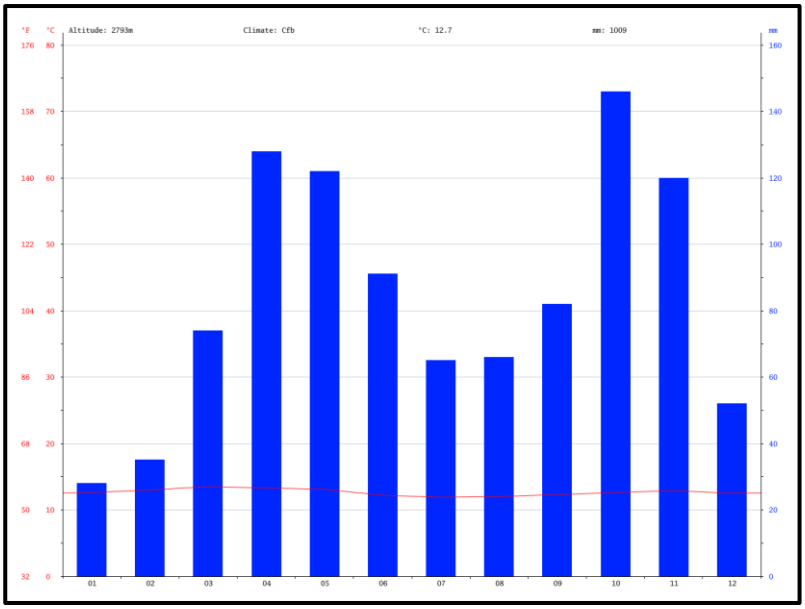


Figura 15. Climograma municipio de Combita.

La precipitación es la más baja en enero, con un promedio de 28 mm. En octubre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 146 mm.

9.1.2 EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE

La capacidad de soporte de la subrasante se determina mediante el ensayo del CBR

Para la determinación del CBR de diseño se tuvo en cuenta los valores calculados a partir de dos pruebas de CBR de campo (in situ), CBR de laboratorio y Penetración con Cono Dinámico, para la subrasante, cuyos resultados indican lo siguiente:

Se analizo un tramo de la vía en vías rurales del municipio de Combita, de estos apiques se obtuvo los siguientes datos de CBR

APIQUE No	CBR NO SUMERGIDO	CBR SUMERGIDO	CBR PDC
1	5,55	3,51	4,39
2	4,03	2,45	4,37
3	5,26	3,01	7,32
4	5,04	3,25	6,56
5	6,31	3,23	7,48

Por las condiciones de humedad, precipitación media cercana a 1009 mm/año y capacidad de soporte del terreno con condiciones Regular a pobre se toma como CBR de diseño el CBR el promedio de los CBR obtenido en los cinco sectores explorados tanto en condiciones no sumergido y sumergido.

9.1.3 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO

GCI CRITERIO DEL PERCENTIL

Según el criterio del Instituto del Asfalto los percentiles dependen del nivel de tránsito que presente la vía a ser diseñada. Para el caso del tramo de vía rural en el municipio de Combita departamento de Boyacá se cuenta con un tránsito bajo durante el periodo de diseño de 10 años, lo que significa que se deberá determinar el CBR de diseño con el promedio de los CBR obtenidos.

Los valores de CBR a tener en cuenta de acuerdo al estudio geotécnico para determinar el CBR de diseño para este caso se toma el Valor de CBR de laboratorio y se resumen en la siguiente tabla dadas las condiciones de determinación de CBR para cada tramo de vía en estudio:

APIQUE No	CBR NO SUMERGIDO	CBR SUMERGIDO
1	5,55	3,51
2	4,03	2,45
3	5,26	3,01
4	5,04	3,25
5	6,31	3,23
PROMEDIO	4.16%	

Como puede notarse en la tabla anterior, el promedio corresponde a un valor de

TRAMO DE DISEÑO CBR 4.16 %

10. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

De acuerdo a las características encontradas en los suelos se hacen las siguientes observaciones y recomendaciones.

- De acuerdo a la clasificación los suelos encontramos que el suelo de subrasante está compuesto por material de limo y arcilla, de consistencia Regular a pobre, adicionalmente con moderada plasticidad y baja a media humedad.

- En cuanto a la expansión se tiene que para los diferentes apiques el potencial expansivo es bajo a alto, se presenta una situación de expansión del material en condiciones saturadas moderado con una expansión es menor al 1%.

- Las pendientes del sector donde se van a realizar la construcción de la vía tienen pendientes de 2% a 22% aproximadamente lo cual evita zonas de empozamiento de aguas y por consiguiente posibles afectaciones a la subrasante de la vía.

- Los valores obtenidos de la prueba de CBR nos define suelos de capacidad de soporte regular a pobre en los sectores explorados, definiendo un valor de CBR de diseño de 4.16%.

- El sector del apiques 4 vereda San Rafael por las condiciones de humedad y plasticidad es necesario la construcción de un filtro tipo Frances.

- Los materiales encontrados en los apiques correspondiente a limo y arcilla no son apto para el uso como material de mejoramiento en las zonas de explanaciones a realizar en el proyecto.

- La correlación de la capacidad de soporte del suelo se desarrolló por medio de CBR alterado realizando penetración en muestras alteradas sometidas a inmersión y en estado de humedad natural tomadas de los apiques. De acuerdo a los valores de los límites plásticos, humedades de equilibrio,

humedad natural y las condiciones propias de la región se diseñó la estructura del pavimento con el CBR promedio de las pruebas realizadas.



Ing. Jimmy Vergara Silva
M.P 15202 – 130100 BYC
Ing. Civil Esp. Es Geotecnia Vial y de Pavimentos

Revisó y aprobó

Fredy Oswaldo Duitama Vacca
cc 7.175.815 de Tunja
MP 15202102721 BYC

Anexos

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 3112117489
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**11/10/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**		

Apique **1**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	28	6,07	84,99	67,63	28,20
0,50-1,00	2	4,80	56,25	45,25	27,19
1,00-1,50	14	5,00	73,26	59,24	25,84

Apique **2**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	18	6,09	111,33	93,43	20,49
0,50-1,00	199	4,77	87,61	72,44	22,42
1,00-1,50	43	6,01	92,55	78,07	20,10

Apique **3**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	11-A	5,71	79,63	71,24	12,80
0,50-1,00	77	5,77	102,79	89,96	15,24
1,00-1,50	43	4,91	88,61	77,69	15,00

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**11/10/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**		

Apique **4**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	2	5,20	66,09	53,11	27,09
0,50-1,00	N-9	4,89	70,27	54,38	32,11
1,00-1,50	28	5,55	94,22	73,54	30,41

Apique **5**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	3	4,75	56,71	48,51	18,73
0,50-1,00	28	4,29	79,56	67,60	18,90
1,00-1,50	23	4,44	82,34	69,77	19,25

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**11/10/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**		

APIQUE **1**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-1,50	1A	46,29	221,22	61,16	91,50

APIQUE **2**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-1,50	3	46,95	243,73	51,56	97,66

APIQUE **3**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-1,50	1	60,35	287,53	165,92	53,53

APIQUE **4**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,10-1,50	Z-81	59,10	292,00	117,44	74,95

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**11/10/2024**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**		

APIQUE **5**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,00-1,50	5	44,46	195,69	117,83	51,48

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

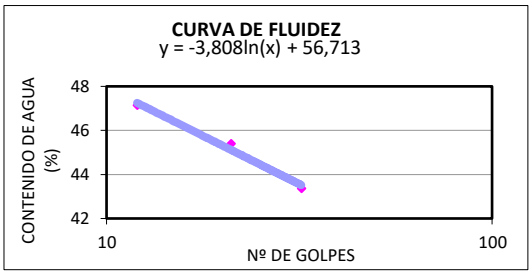
Página 5 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 125 –13 INV E – 126 –13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,50**
FECHA:	**11/10/2024**	MUESTRA	**2**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo de color café

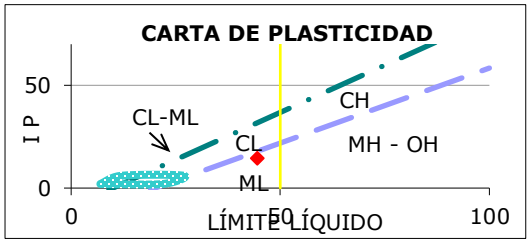
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	32	21	12
RECIPIENTE Nº	15	39	35
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	29,45	33,68	31,30
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	23,87	27,56	25,14
PESO RECIPIENTE (g)	11,00	14,08	12,07
CONTENIDO DE AGUA (%)	43,36	45,40	47,13



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	35	17
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,55	14,01
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,01	12,42
PESO RECIPIENTE (g)	6,83	7,11
CONTENIDO DE AGUA (%)	29,73	29,94



LÍMITE LÍQUIDO:	***44,46***	% PASA 200	***91,50***
LÍMITE PLÁSTICO:	***29,84***	% ARENAS	***8,50***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***14,62***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,19***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo	***A-7-6 (16)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO **16**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

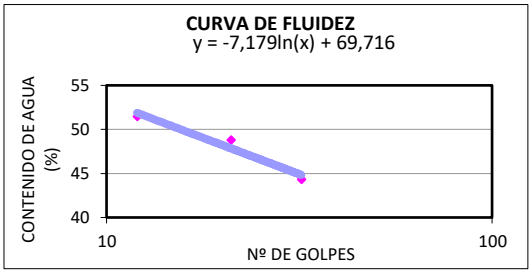
Página 6 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 125 –13 INV E – 126 –13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,50**
FECHA:	**11/10/2024**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por arcilla delgada de color gris con amarillo

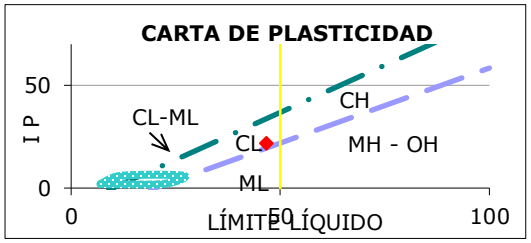
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	32	21	12
RECIPIENTE Nº	34	40	1
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	36,00	30,96	30,80
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	28,71	24,79	24,48
PESO RECIPIENTE (g)	12,25	12,15	12,20
CONTENIDO DE AGUA (%)	44,29	48,81	51,47



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	25	31
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,94	14,26
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,45	12,72
PESO RECIPIENTE (g)	6,49	6,42
CONTENIDO DE AGUA (%)	25,00	24,44



LÍMITE LÍQUIDO:	***46,61***	% PASA 200	***97,66***
LÍMITE PLÁSTICO:	***24,72***	% ARENAS	***2,34***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***21,89***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,17***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
CL Arcilla Delgada	***A-7-6 (24)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO ***24***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

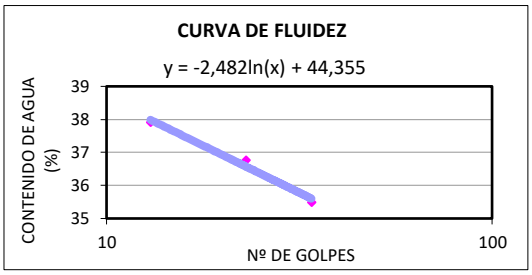
Página 7 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 125 –13 INV E – 126 –13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**3**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,50**
FECHA:	**11/10/2024**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color gris con naranja

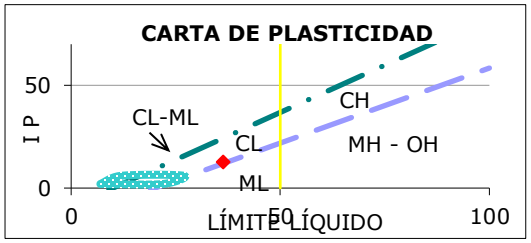
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	34	23	13
RECIPIENTE Nº	53	7	1
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	31,16	32,32	30,31
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	26,10	26,90	25,31
PESO RECIPIENTE (g)	11,84	12,16	12,12
CONTENIDO DE AGUA (%)	35,48	36,77	37,91



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	62	19
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	15,98	16,02
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	14,18	14,20
PESO RECIPIENTE (g)	6,52	6,49
CONTENIDO DE AGUA (%)	23,50	23,61



LÍMITE LÍQUIDO:	***36,37***	% PASA 200	***53,53***
LÍMITE PLÁSTICO:	***23,55***	% ARENAS	***19,90***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***12,81***	% GRAVAS	***26,56***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,72***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
CL Arcilla Delgada con Mucha Grava	***A-6 (4)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO ***4***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

NORMA
INV E – 125 –13 INV E – 126 –13

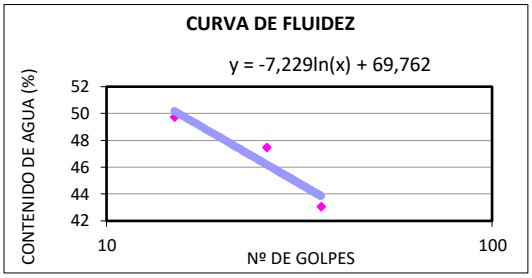
ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**4**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,10-1,50**
FECHA:	**11/10/2024**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo con arena de color café con naranja

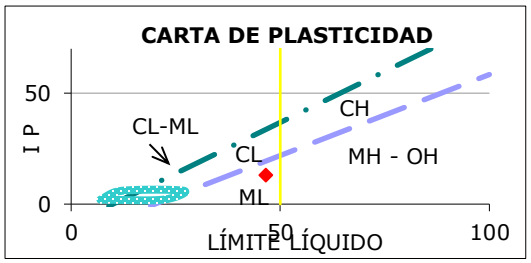
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	36	26	15
RECIPIENTE Nº	66	16	81
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	32,47	29,20	35,15
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	26,97	23,66	28,27
PESO RECIPIENTE (g)	14,19	12,00	14,44
CONTENIDO DE AGUA (%)	43,07	47,46	49,72



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	85	4
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	14,28	14,70
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,42	12,62
PESO RECIPIENTE (g)	6,83	6,40
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,20	33,51



LÍMITE LÍQUIDO:	***46,49***	% PASA 200	***74,95***
LÍMITE PLÁSTICO:	***33,36***	% ARENAS	***5,18***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***13,14***	% GRAVAS	***19,87***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,27***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo con Arena	***A-7-5 (11)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO **11**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

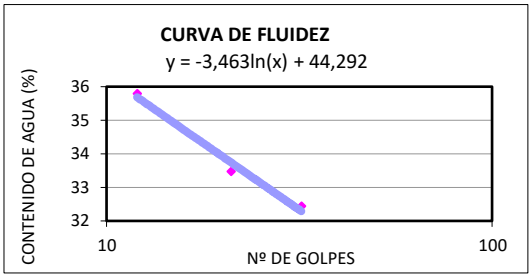
Página 9 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 125 –13 INV E – 126 –13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**	SONDEO	**5**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,50**
FECHA:	**11/10/2024**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color amarillo

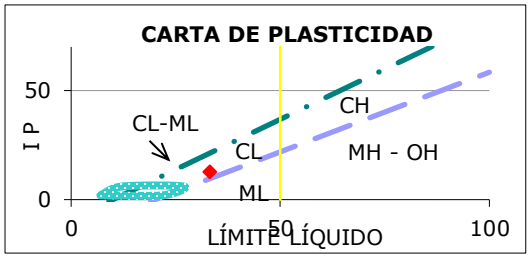
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	32	21	12
RECIPIENTE Nº	47	5	13
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	33,29	32,93	33,64
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	27,96	27,66	27,98
PESO RECIPIENTE (g)	11,53	11,92	12,17
CONTENIDO DE AGUA (%)	32,44	33,48	35,80



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	13	34
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,99	13,64
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,71	12,45
PESO RECIPIENTE (g)	6,55	6,47
CONTENIDO DE AGUA (%)	20,78	19,90



LÍMITE LÍQUIDO:	***33,15***	% PASA 200	***51,48***
LÍMITE PLÁSTICO:	***20,34***	% ARENAS	***48,52***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***12,81***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***0,53***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
CL Arcilla Delgada con Mucha Grava	***A-6 (4)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO ***4***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

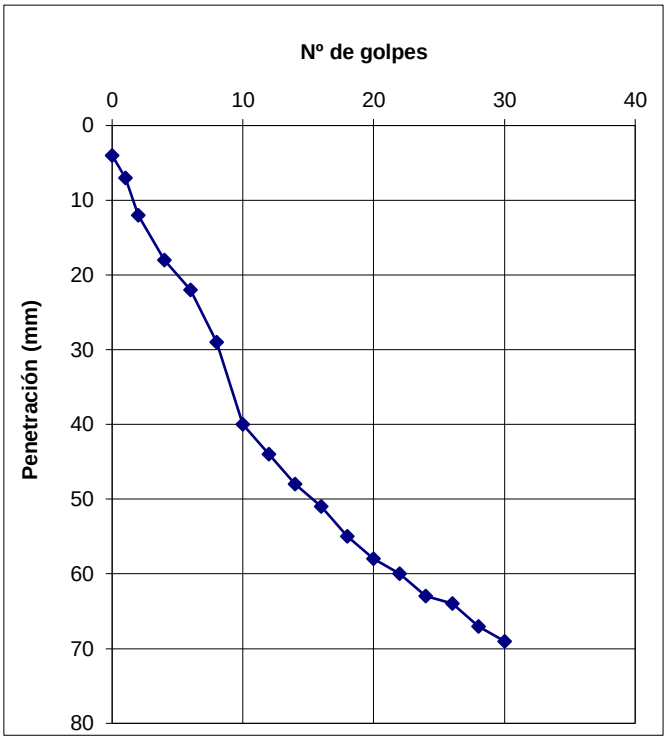
Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**				
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**				
Apique:	**1**	Margen:	**DERECHO**	Prof. (m):	**0,60 m**
Fecha:	**11/10/2024**				

Datos del Ensayo

Nº de Golpes	Penetración (cm)	I.P.D. (mm/golpe)	CBR (%)
0	4,0		
1	7,0	30,0	3,7
2	12,0	50,0	2,7
4	18,0	30,0	3,7
6	22,0	20,0	4,8
8	29,0	35,0	3,4
10	40,0	55,0	2,5
12	44,0	20,0	4,8
14	48,0	20,0	4,8
16	51,0	15,0	5,7
18	55,0	20,0	4,8
20	58,0	15,0	5,7
22	60,0	10,0	7,3
24	63,0	15,0	5,7
26	64,0	5,0	11,3
28	67,0	15,0	5,7
30	69,0	10,0	7,3

Curva de Penetración Vs Nº de golpes



Ecuación de Correlación:

CBR =30,52*((I.P.D.)^-0,62)

PENETRACION(mm)	PENDIENTE	I.P.D(mm/golpe)	**CBR%**
0-690	P1	22,8	4,4%

ING.JIMMY VERGARA SILVA

MP 15202-130100 BYC

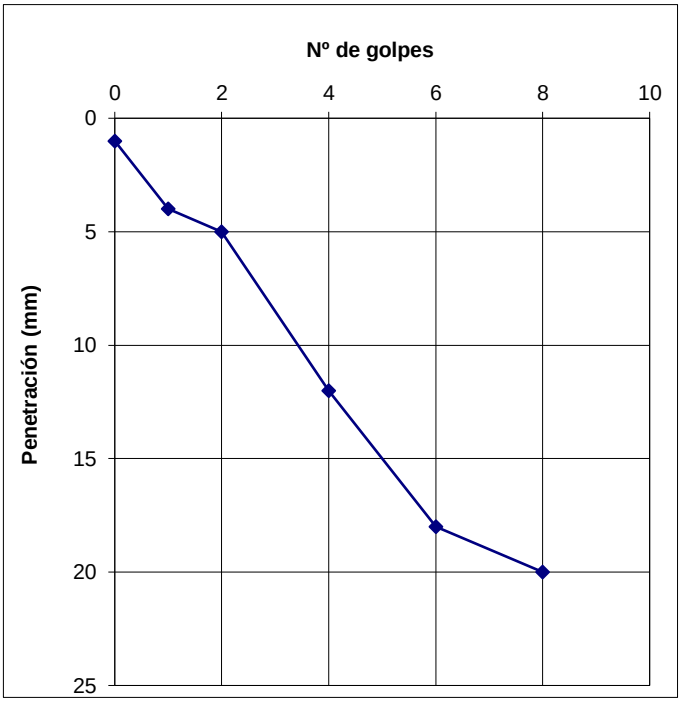
Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**				
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**				
Apique:	**2**	Margen:	**DERECHO**	Prof. (m):	**0,60 m**
Fecha:	**11/10/2024**				

Datos del Ensayo

Nº de Golpes	Penetración (cm)	I.P.D. (mm/golpe)	CBR (%)
0	1,0		
1	4,0	30,0	3,7
2	5,0	10,0	7,3
4	12,0	35,0	3,4
6	18,0	30,0	3,7
8	20,0	10,0	7,3

Curva de Penetración Vs Nº de golpes



Ecuación de Correlación:

CBR =30,52*((I.P.D.)^-0,62)

PENETRACION(mm)	PENDIENTE	I.P.D(mm/golpe)	**CBR%**
0-200	P1	23,0	4,4%

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

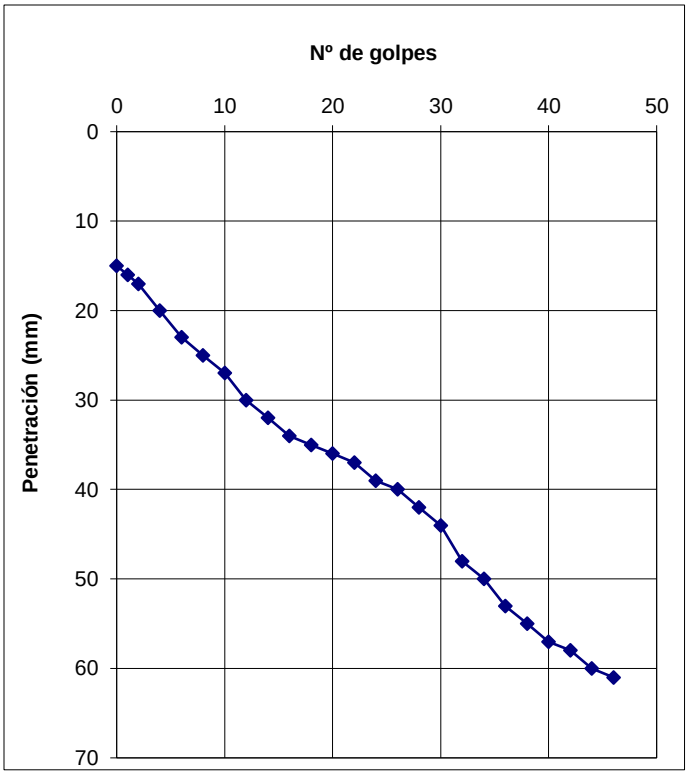
Página 12 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 172 –13	USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES DE PAVIMENTOS A POCA PROFUNDIDAD

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**				
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**				
Apique:	**3**	Margen:	**DERECHO**	Prof. (m):	**0,50 m**
Fecha:	**11/10/2024**				

Datos del Ensayo

Nº de Golpes	Penetración (cm)	I.P.D. (mm/golpe)	CBR (%)
0	15,0		
1	16,0	10,0	7,3
2	17,0	10,0	7,3
4	20,0	15,0	5,7
6	23,0	15,0	5,7
8	25,0	10,0	7,3
10	27,0	10,0	7,3
12	30,0	15,0	5,7
14	32,0	10,0	7,3
16	34,0	10,0	7,3
18	35,0	5,0	11,3
20	36,0	5,0	11,3
22	37,0	5,0	11,3
24	39,0	10,0	7,3
26	40,0	5,0	11,3
28	42,0	10,0	7,3
30	44,0	10,0	7,3
32	48,0	20,0	4,8
34	50,0	10,0	7,3
36	53,0	15,0	5,7
38	55,0	10,0	7,3
40	57,0	10,0	7,3
42	58,0	5,0	11,3
44	60,0	10,0	7,3
46	61,0	5,0	11,3

Curva de Penetración Vs Nº de golpes



Ecuación de Correlación:

CBR =30,52*((I.P.D.)^-0,62)

PENETRACION(mm)	PENDIENTE	I.P.D(mm/golpe)	**CBR%**
0-610	P1	10,0	7,3%

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

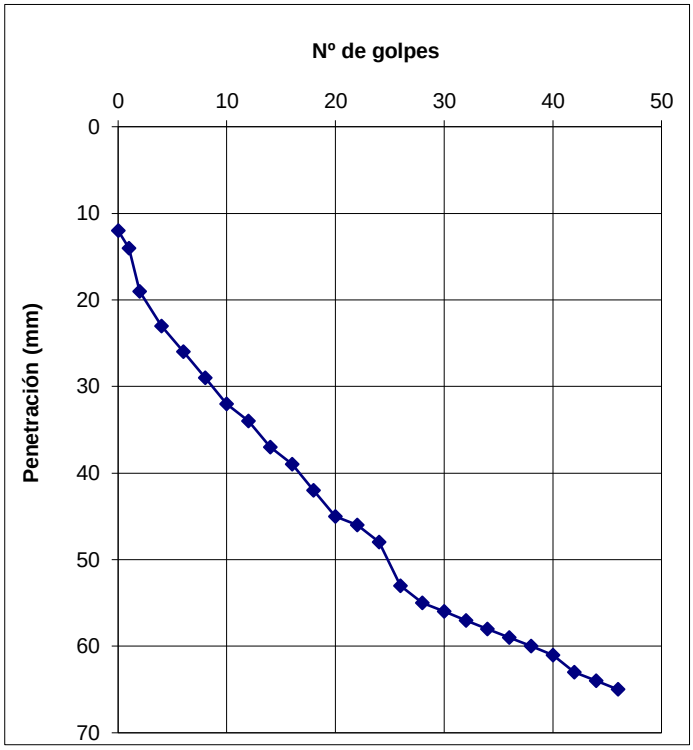
Página 13 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 172 –13	USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES DE PAVIMENTOS A POCA PROFUNDIDAD

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**				
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**				
Apique:	**4**	Margen:	**DERECHO**	Prof. (m):	**0,50 m**
Fecha:	**11/10/2024**				

Datos del Ensayo

Nº de Golpes	Penetración (cm)	I.P.D. (mm/golpe)	CBR (%)
0	12,0		
1	14,0	20,0	4,8
2	19,0	50,0	2,7
4	23,0	20,0	4,8
6	26,0	15,0	5,7
8	29,0	15,0	5,7
10	32,0	15,0	5,7
12	34,0	10,0	7,3
14	37,0	15,0	5,7
16	39,0	10,0	7,3
18	42,0	15,0	5,7
20	45,0	15,0	5,7
22	46,0	5,0	11,3
24	48,0	10,0	7,3
26	53,0	25,0	4,1
28	55,0	10,0	7,3
30	56,0	5,0	11,3
32	57,0	5,0	11,3
34	58,0	5,0	11,3
36	59,0	5,0	11,3
38	60,0	5,0	11,3
40	61,0	5,0	11,3
42	63,0	10,0	7,3
44	64,0	5,0	11,3
46	65,0	5,0	11,3
48	66,0	5,0	11,3
50	67,0	5,0	11,3

Curva de Penetración Vs Nº de golpes



Ecuación de Correlación:

CBR =30,52*((I.P.D.)^-0,62)

PENETRACION(mm)	PENDIENTE	I.P.D(mm/golpe)	**CBR%**
0-670	P1	11,9	6,6%

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

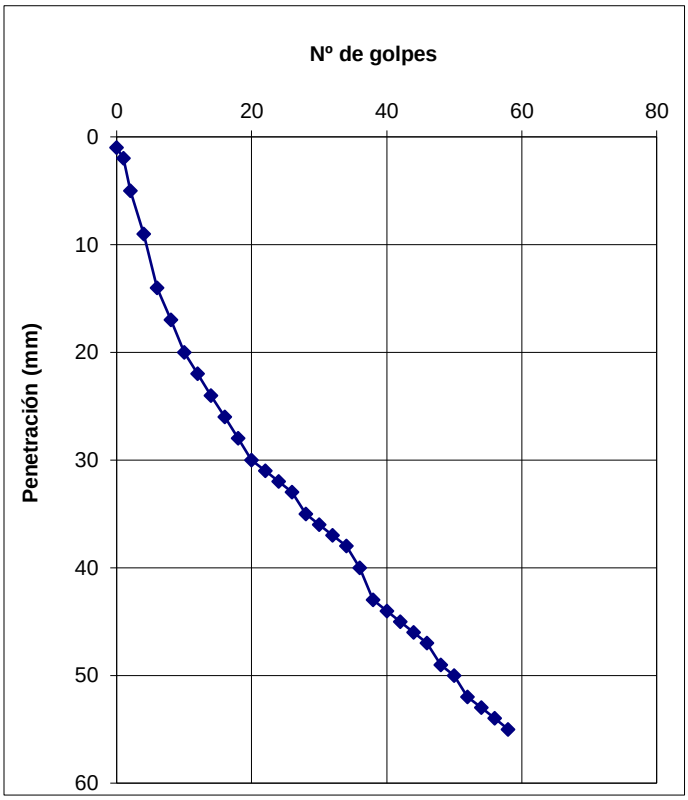
Página 14 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 172 –13	USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES DE PAVIMENTOS A POCA PROFUNDIDAD

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**				
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**				
Apique:	**5**	Margen:	**DERECHO**	Prof. (m):	**0,60 m**
Fecha:	**11/10/2024**				

Datos del Ensayo

Nº de Golpes	Penetración (cm)	I.P.D. (mm/golpe)	CBR (%)
0	1,0		
1	2,0	10,0	7,3
2	5,0	30,0	3,7
4	9,0	20,0	4,8
6	14,0	25,0	4,1
8	17,0	15,0	5,7
10	20,0	15,0	5,7
12	22,0	10,0	7,3
14	24,0	10,0	7,3
16	26,0	10,0	7,3
18	28,0	10,0	7,3
20	30,0	10,0	7,3
22	31,0	5,0	11,3
24	32,0	5,0	11,3
26	33,0	5,0	11,3
28	35,0	10,0	7,3
30	36,0	5,0	11,3
32	37,0	5,0	11,3
34	38,0	5,0	11,3
36	40,0	10,0	7,3
38	43,0	15,0	5,7
40	44,0	5,0	11,3
42	45,0	5,0	11,3
44	46,0	5,0	11,3
46	47,0	5,0	11,3
48	49,0	10,0	7,3
50	50,0	5,0	11,3
52	52,0	10,0	7,3
54	53,0	5,0	11,3
56	54,0	5,0	11,3
58	55,0	5,0	11,3

Curva de Penetración Vs Nº de golpes



Ecuación de Correlación:

CBR =30,52*((I.P.D.)^-0,62)

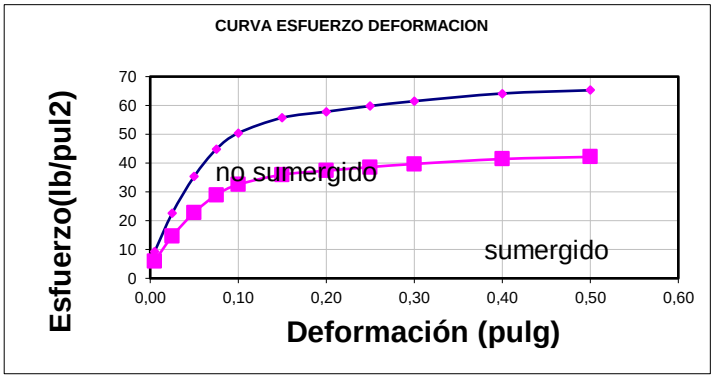
PENETRACION(mm)	PENDIENTE	I.P.D(mm/golpe)	**CBR%**
0-550	P1	9,7	7,5%

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 15 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 169 –13	RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR IN SITU)

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE COMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**		
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**		
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**		
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 4**	**APIQUE**	4
FECHA:	**11/10/2024**	**PROFUNDIDAD**	1,00-1,50



DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Volumen(cm^3) =	3166,5
Peso(g) =	5661,0
Densidad(g/cm^3)	1,79
Densidad(lb/pie^3)	111,56
EXPANSION	
Lect. inicial (mm)	9,20
Lect.final (mm)	10,35
EXPANSION(%)	0,91

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO (CBR INALTERADO)

Muestra Nº	8A			8A		
	NO SUMERGIDO			SUMERGIDO		
Penetración (pg)	Lect dial (Kgf)	carga (lbf)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	carga (lbf)	Esfuerzo (lb/pulg2)
0,005	13	29	9	9	19	6
0,025	32	71	23	21	46	15
0,050	50	111	35	33	72	23
0,075	64	141	45	41	91	29
0,100	72	158	50	46	102	33
0,150	79	175	56	51	113	36
0,200	82	182	58	53	117	37
0,250	85	188	60	55	121	39
0,300	88	193	61	57	125	40
0,400	91	202	64	59	130	41
0,500	93	205	65	60	132	42
HUMEDAD DE	28			33		
CBR corr 0.1	5,0			3,3		
CBR corr 0.2	3,9			2,5		

OBSERVACIONES: La muestra se sometio a 4 dias de inmersion y posteiormente se realizo la penetracion para la condicion de sumergido

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

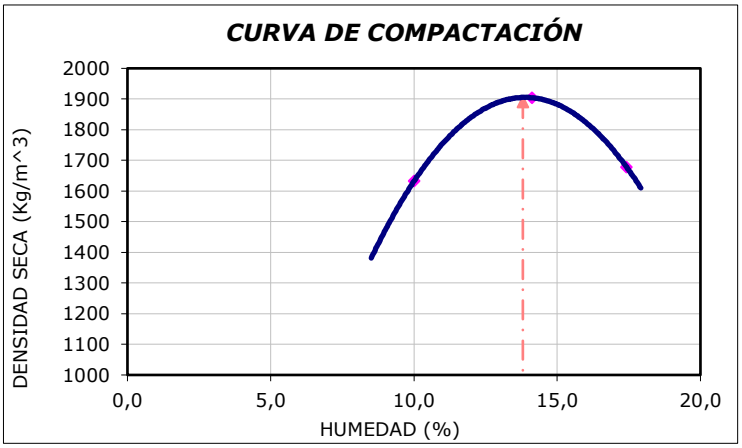
Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 16 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 142 –13	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE COMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 1**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
FECHA DE ENSAYO:	**11/10/2024**

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL :	Material compuesto por limo de color café

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	56	56
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	8,30	8,30	8,30
PESO SUELO SECO (g)	5078	5078	5078
HUMEDAD DESEADA (%)	8,3	11,3	14,3
HUMEDAD ADICIONAL (%)	0,0	3,0	6,0
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	0	152	305
NÚMERO DE MOLDE	1	1	1
PESO DEL MOLDE (g)	2245	2245	2245
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	6032	6826	6399
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	3787	4581	4154
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2108	2108	2108
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	1,796	2,173	1,971
HUMEDAD AL HORNO (%)	10,01	14,12	17,42
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1633,0	1904,3	1678,2



Humedad Óptima	***13,80%***

Densidad Seca Máxima	
Kg/m^3	***1890,0***
g/cm^3	***1,89***

OBSERVACIONES: _____

ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202 - 130100 BYC

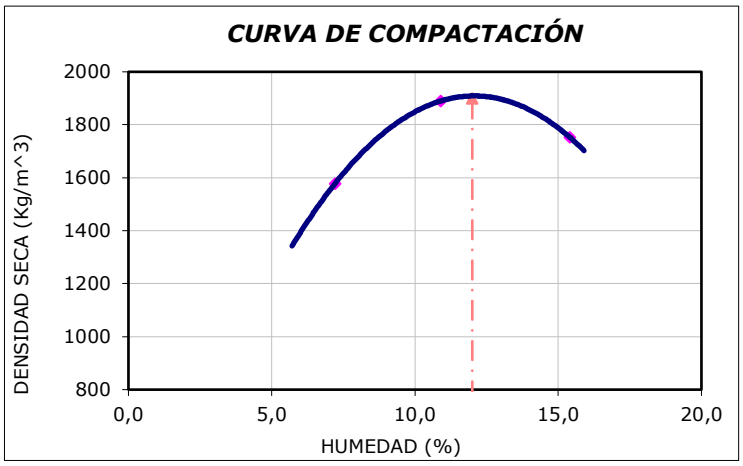
Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 17 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 142 –13	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 2**
DIRIGIDO A :	**CÓMBITA - BOYACÁ**
FECHA DE ENSAYO:	**11/10/2024**

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL :	Material compuesto por arcilla delgada de color gris con amarillo

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	56	56
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	6,90	6,90	6,90
PESO SUELO SECO (g)	5145	5145	5145
HUMEDAD DESEADA (%)	6,9	9,9	12,9
HUMEDAD ADICIONAL (%)	0,0	3,0	6,0
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	0	154	309
NÚMERO DE MOLDE	1	1	1
PESO DEL MOLDE (g)	2245	2245	2245
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	5812	6663	6510
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	3567	4418	4265
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2108	2108	2108
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	1,692	2,096	2,023
HUMEDAD AL HORNO (%)	7,21	10,90	15,40
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1578,3	1889,9	1753,2



Humedad Óptima	***12,00%***

Densidad Seca Máxima	
Kg/m^3	***1900,0***
g/cm^3	***1,90***

OBSERVACIONES: _____

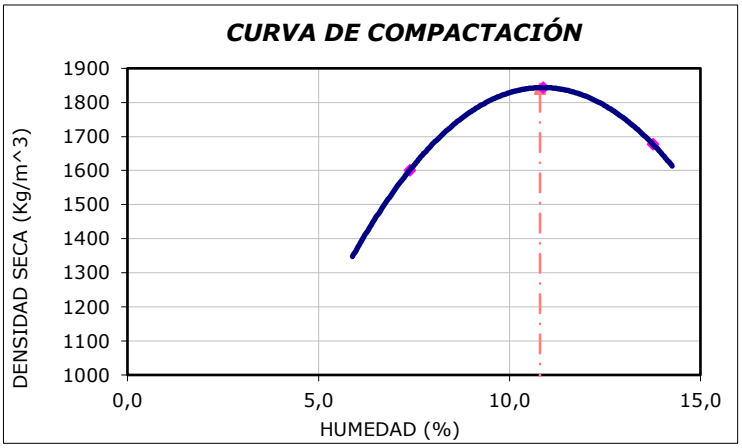
ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202 - 130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE COMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 3**
DIRIGIDO A :	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
FECHA DE ENSAYO:	**11/10/2024**

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL :	Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color gris con naranja

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	56	56
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	4,88	4,88	4,88
PESO SUELO SECO (g)	5244	5244	5244
HUMEDAD DESEADA (%)	4,9	7,9	10,9
HUMEDAD ADICIONAL (%)	0,0	3,0	6,0
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	0	157	315
NÚMERO DE MOLDE	1	1	1
PESO DEL MOLDE (g)	2245	2245	2245
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	5870	6554	6266
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	3625	4309	4021
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2108	2108	2108
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	1,720	2,044	1,907
HUMEDAD AL HORNO (%)	7,39	10,88	13,76
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1601,3	1843,7	1676,8



Humedad Óptima	***10,80%***

Densidad Seca Máxima	
Kg/m^3	***1840,0***
g/cm^3	***1,84***

OBSERVACIONES: _____

ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202 - 130100 BYC

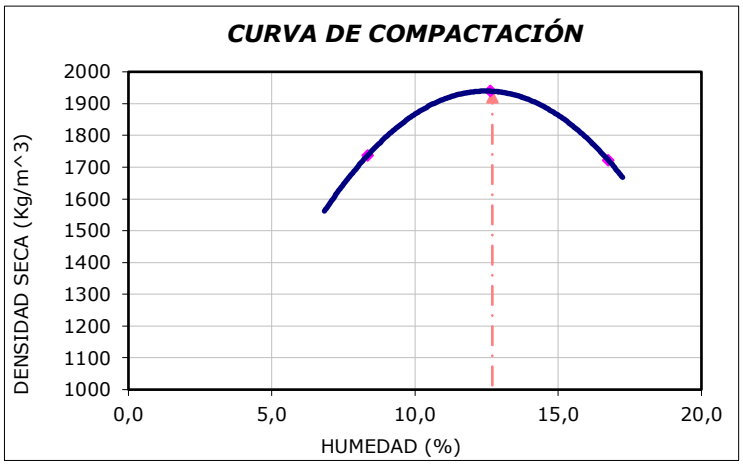
Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 19 de 31	ENSAYO ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA INV E – 142 –13	

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 5**
DIRIGIDO A :	**CÓMBITA - BOYACÁ**
FECHA DE ENSAYO:	**11/10/2024**

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL :	Material compuesto por arcilla delgada con mucha grava de color amarillo

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	56	56
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	6,59	6,59	6,59
PESO SUELO SECO (g)	5160	5160	5160
HUMEDAD DESEADA (%)	6,6	9,6	12,6
HUMEDAD ADICIONAL (%)	0,0	3,0	6,0
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	0	155	310
NÚMERO DE MOLDE	1	1	1
PESO DEL MOLDE (g)	2245	2245	2245
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	6210	6849	6482
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	3965	4604	4237
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2108	2108	2108
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	1,881	2,184	2,010
HUMEDAD AL HORNO (%)	8,34	12,63	16,75
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1736,1	1939,2	1721,6



Humedad Óptima	***12,70%***

Densidad Seca Máxima	
Kg/m^3	***1920,0***
g/cm^3	***1,92***

OBSERVACIONES: _____

ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202 - 130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 1**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	25	10
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	7,15	7,15	7,15
PESO SUELO SECO (g)	5133,0	5133,0	5133,0
HUMEDAD DESEADA (%)	13,8	13,8	13,8
HUMEDAD ADICIONAL (%)	6,65	6,65	6,65
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	341	341	341
NÚMERO DE MOLDE	003A	7A	03B
PESO DEL MOLDE (g)	5001	4988	4975
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	9831	9493	9385
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	4830	4505	4410
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2265,80	2179,42	2231,02
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	2,132	2,067	1,977
HUMEDAD AL HORNO (%)	13,05	13,79	13,41
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1885,7	1816,4	1742,9

ENSAYO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº	80	34	81
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	286,91	300,65	341,01
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	258,97	272,04	308,43
PESO RECIPIENTE (g)	44,90	64,60	65,51
HUMEDAD (%)	13,05	13,79	13,41

LECTURAS DE EXPANSIÓN

DÍAS DE INMERSIÓN	4	4	4
LECTURA DE EXPANSIÓN INICIAL	352,61	400,12	325,11
LECTURA DE EXPANSIÓN FINAL	382,92	434,77	349,91
EXPANSIÓN (mm)	0,77	0,88	0,63
EXPANSIÓN TOTAL (%)	0,59	0,64	0,47

OBSERVACIONES:

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 2**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	25	10
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	7,21	7,21	7,21
PESO SUELO SECO (g)	5130,1	5130,1	5130,1
HUMEDAD DESEADA (%)	12,0	12,0	12,0
HUMEDAD ADICIONAL (%)	4,79	4,79	4,79
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	246	246	246
NÚMERO DE MOLDE	2A	003	9A
PESO DEL MOLDE (g)	4975	4655	4998
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	9598	9207	9333
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	4623	4552	4335
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2167,20	2188,98	2184,86
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	2,133	2,080	1,984
HUMEDAD AL HORNO (%)	12,00	11,44	11,82
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1904,6	1866,0	1774,5

ENSAYO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº	92	84	77
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	324,95	300,66	311,10
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	296,31	275,71	284,20
PESO RECIPIENTE (g)	57,75	57,61	56,61
HUMEDAD (%)	12,00	11,44	11,82

LECTURAS DE EXPANSIÓN

DÍAS DE INMERSIÓN	4	4	4
LECTURA DE EXPANSIÓN INICIAL	301,10	294,50	285,00
LECTURA DE EXPANSIÓN FINAL	318,82	309,07	311,38
EXPANSIÓN (mm)	0,45	0,37	0,67
EXPANSIÓN TOTAL (%)	0,37	0,32	0,57

OBSERVACIONES:



ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 3**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	25	10
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	8,64	8,64	8,64
PESO SUELO SECO (g)	5062,6	5062,6	5062,6
HUMEDAD DESEADA (%)	10,8	10,8	10,8
HUMEDAD ADICIONAL (%)	2,16	2,16	2,16
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	109	109	109
NÚMERO DE MOLDE	005A	009A	016B
PESO DEL MOLDE (g)	4952	4979	5036
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	9533	9344	9333
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	4581	4365	4297
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2184,80	2159,96	2230,25
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	2,097	2,021	1,927
HUMEDAD AL HORNO (%)	10,73	11,05	11,19
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1893,6	1819,7	1732,8

ENSAYO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº	13A	3A	20
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	277,22	307,80	300,66
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	254,80	281,84	274,51
PESO RECIPIENTE (g)	45,86	46,88	40,77
HUMEDAD (%)	10,73	11,05	11,19

LECTURAS DE EXPANSIÓN

DÍAS DE INMERSIÓN	4	4	4
LECTURA DE EXPANSIÓN INICIAL	392,66	359,16	402,45
LECTURA DE EXPANSIÓN FINAL	423,76	379,24	440,64
EXPANSIÓN (mm)	0,79	0,51	0,97
EXPANSIÓN TOTAL (%)	0,74	0,46	0,87

OBSERVACIONES:



ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 5**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	56	25	10
PESO SUELO HÚMEDO (g)	5500	5500	5500
HUMEDAD HIGROSCÓPICA (%)	6,10	6,10	6,10
PESO SUELO SECO (g)	5183,8	5183,8	5183,8
HUMEDAD DESEADA (%)	12,7	12,7	12,7
HUMEDAD ADICIONAL (%)	6,60	6,60	6,60
VOLUMEN DE AGUA ADICIONAL (cc)	342	342	342
NÚMERO DE MOLDE	4A	008A	6A
PESO DEL MOLDE (g)	4910	4978	4962
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	9758	9512	9150
PESO DEL SUELO COMPACTO (g)	4848	4534	4188
VOLUMEN DEL MOLDE (cm^3)	2283,41	2249,40	2284,02
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm^3)	2,123	2,016	1,833
HUMEDAD AL HORNO (%)	12,18	12,89	11,92
DENSIDAD SECA (Kg/m^3)	1892,6	1785,6	1638,2

ENSAYO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº	29	37	76
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	199,68	288,76	300,49
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	183,68	261,52	274,32
PESO RECIPIENTE (g)	52,33	50,17	54,73
HUMEDAD (%)	12,18	12,89	11,92

LECTURAS DE EXPANSIÓN

DÍAS DE INMERSIÓN	4	4	4
LECTURA DE EXPANSIÓN INICIAL	358,26	296,35	388,14
LECTURA DE EXPANSIÓN FINAL	381,09	314,46	408,22
EXPANSIÓN (mm)	0,58	0,46	0,51
EXPANSIÓN TOTAL (%)	0,48	0,36	0,43

OBSERVACIONES:



ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

NORMA
INV E – 148 –13

ENSAYO
RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR

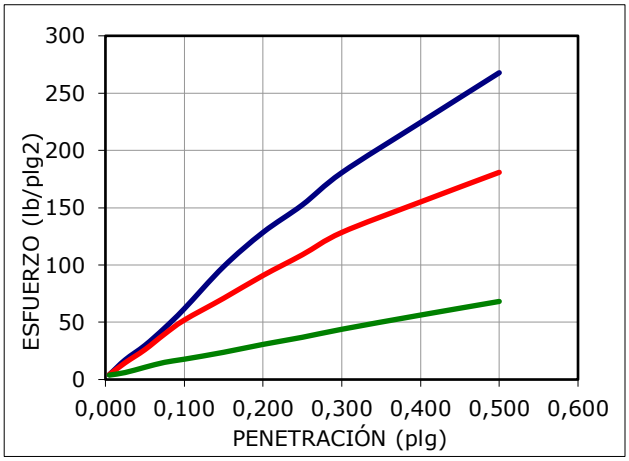
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 1**
MUNICIPIO:	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

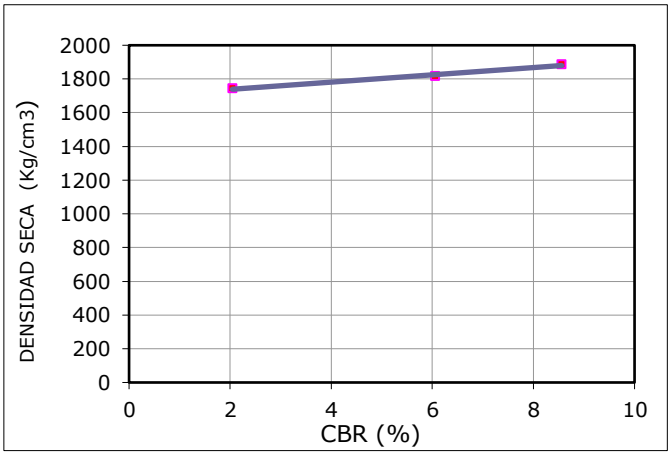
NO SUMERGIDO

Molde No.	003A		7A		03B	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	6	4	6	4	6	4
0,025	24	17	21	15	9	6
0,050	42	30	37	26	15	11
0,075	64	45	56	40	21	15
0,100	88	62	74	52	25	18
0,150	140	99	101	71	34	24
0,200	183	128	129	91	44	31
0,250	217	152	155	109	53	37
0,300	257	181	183	128	62	44
0,400	320	224	221	155	80	56
0,500	382	268	258	181	97	68
CBR corr 0.1 (%)	**6,2**		**5,2**		**1,8**	
CBR corr 0.2 (%)	**8,6**		**6,1**		**2,0**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1885,70	8,6
25	1816,37	6,1
10	1742,90	2,0

Límite Líquido	*44,46*
Límite Plástico	*29,84*
Índice Plástico	*14,62*
Clasificación	*ML*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

NORMA
INV E – 148 –13

ENSAYO
RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR

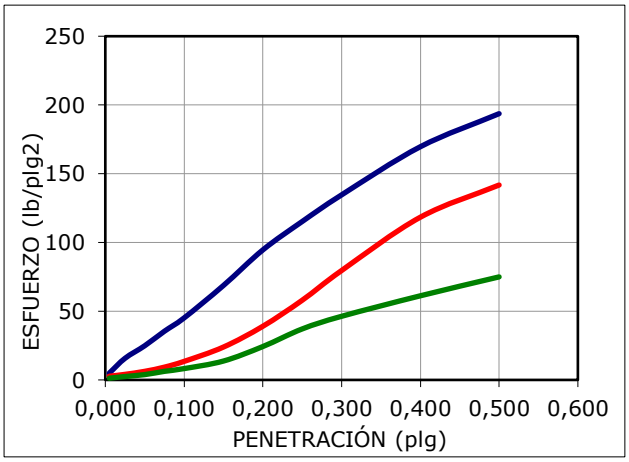
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 1**
MUNICIPIO:	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

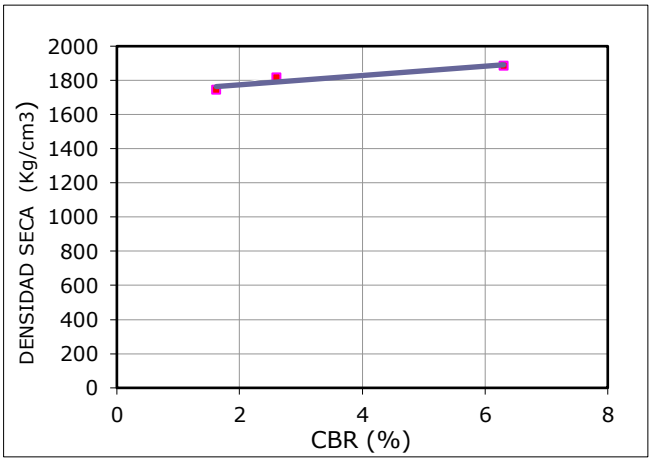
SUMERGIDO

Molde No.	003A		7A		03B	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	7	5	4	3	2	1
0,025	22	16	6	4	4	2
0,050	35	25	9	6	6	4
0,075	50	35	13	9	9	6
0,100	64	45	19	13	12	8
0,150	98	69	34	24	20	14
0,200	135	95	56	39	35	24
0,250	164	115	83	58	53	37
0,300	192	135	113	80	66	46
0,400	242	170	169	118	87	61
0,500	276	194	202	142	107	75
CBR corr 0.1 (%)	**4,5**		**1,3**		**0,8**	
CBR corr 0.2 (%)	**6,3**		**2,6**		**1,6**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1885,70	6,3
25	1816,37	2,6
10	1742,90	1,6

Límite Líquido	*44,46*
Límite Plástico	*29,84*
Índice Plástico	*14,62*
Clasificación	*ML*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 26 de 31	ENSAYO RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR
NORMA INV E – 148 –13	

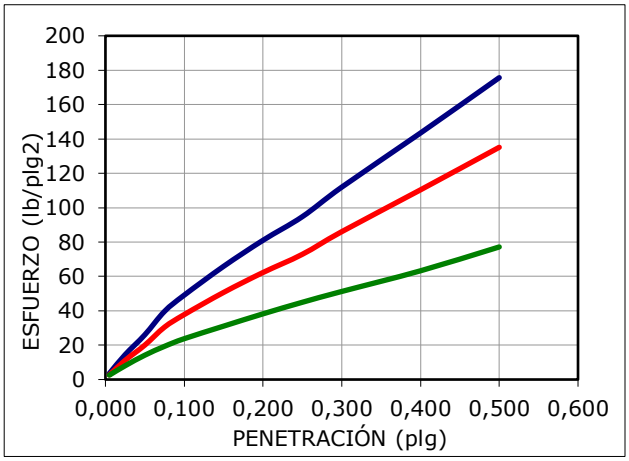
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 2**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

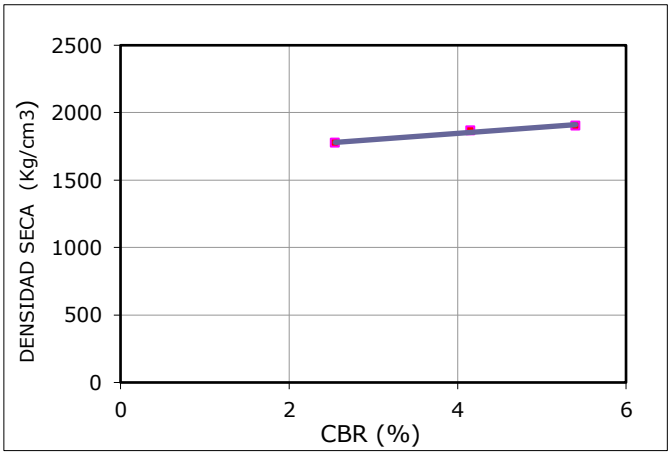
NO SUMERGIDO

Molde No.	2A		003		9A	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	5	4	4	3	4	3
0,025	21	14	16	11	11	8
0,050	37	26	29	20	20	14
0,075	57	40	43	30	28	19
0,100	70	49	54	38	34	24
0,150	94	66	72	51	44	31
0,200	115	81	89	62	54	38
0,250	135	95	104	73	64	45
0,300	160	112	123	86	73	51
0,400	204	143	157	110	90	63
0,500	250	176	193	135	110	77
CBR corr 0.1 (%)	**4,9**		**3,8**		**2,4**	
CBR corr 0.2 (%)	**5,4**		**4,2**		**2,5**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1904,60	5,4
25	1866,03	4,2
10	1774,50	2,5

Límite Líquido	*46,61*
Límite Plástico	*24,72*
Índice Plástico	*21,89*
Clasificación	*CL*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

NORMA
INV E – 148 –13

ENSAYO
RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR

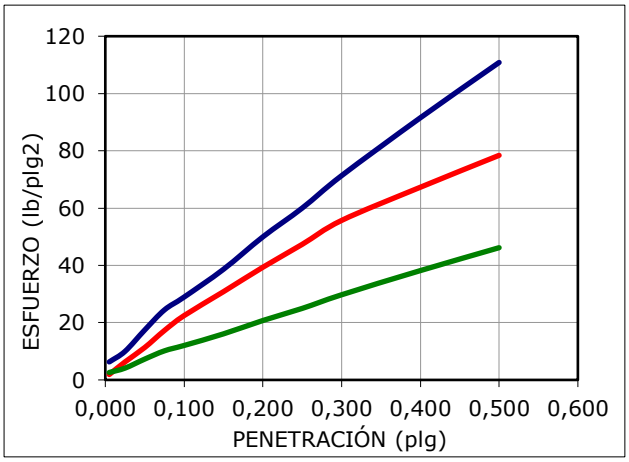
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 2**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

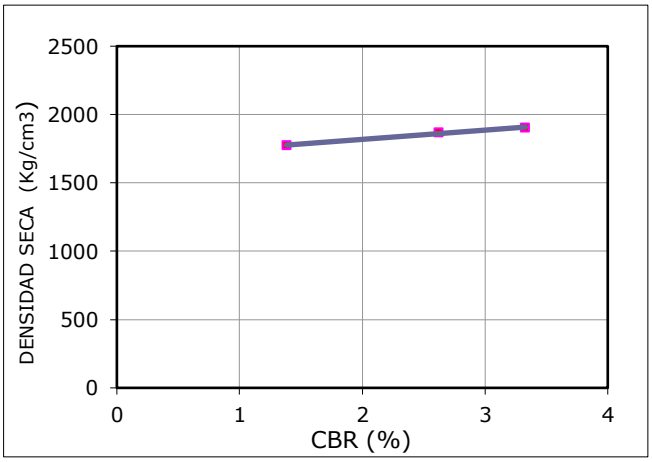
SUMERGIDO

Molde No.	2A		003		9A	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	9	6	3	2	4	3
0,025	14	10	9	6	6	4
0,050	25	17	16	11	10	7
0,075	35	24	25	17	14	10
0,100	41	29	32	22	17	12
0,150	55	39	44	31	23	16
0,200	71	50	56	39	30	21
0,250	86	60	67	47	36	25
0,300	102	71	79	56	42	30
0,400	130	92	96	67	54	38
0,500	158	111	112	78	66	46
CBR corr 0.1 (%)	**2,9**		**2,2**		**1,2**	
CBR corr 0.2 (%)	**3,3**		**2,6**		**1,4**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1904,60	3,3
25	1866,03	2,6
10	1774,50	1,4

Límite Líquido	*46,61*
Límite Plástico	*24,72*
Índice Plástico	*21,89*
Clasificación	*CL*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 28 de 31	ENSAYO RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR
NORMA INV E – 148 –13	

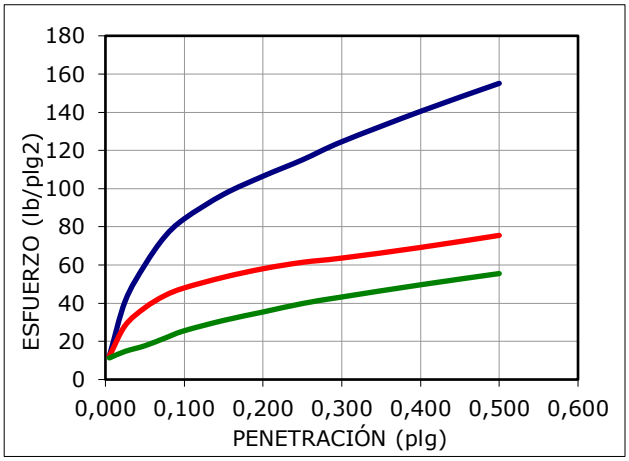
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 3**
MUNICIPIO:	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

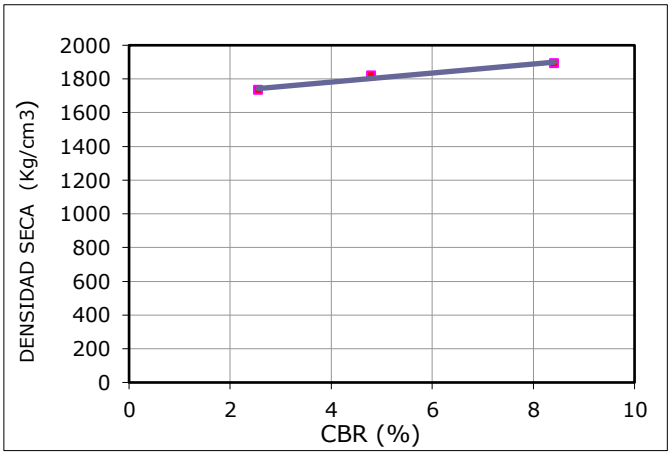
NO SUMERGIDO

Molde No.	005A		009A		016B	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	17	12	17	12	16	11
0,025	58	41	40	28	21	15
0,050	85	60	54	38	25	18
0,075	106	75	63	44	31	22
0,100	120	84	68	48	36	26
0,150	138	97	76	54	44	31
0,200	152	106	83	58	50	35
0,250	164	115	87	61	57	40
0,300	177	125	91	64	62	43
0,400	200	140	99	69	71	50
0,500	221	155	108	76	79	56
CBR corr 0.1 (%)	**8,4**		**4,8**		**2,6**	
CBR corr 0.2 (%)	**7,1**		**3,9**		**2,4**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1893,58	8,4
25	1819,68	4,8
10	1732,79	2,6

Límite Líquido	*36,37*
Límite Plástico	*23,55*
Índice Plástico	*12,81*
Clasificación	*CL*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 29 de 31	ENSAYO RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR
NORMA INV E – 148 –13	

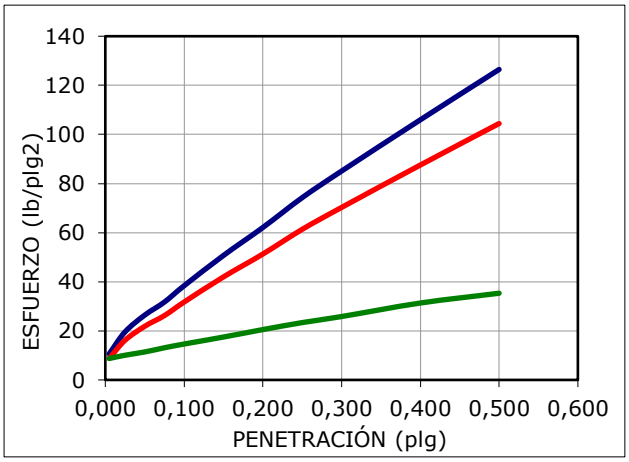
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 3**
MUNICIPIO:	**ALCALDÍA MUNICIPAL**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

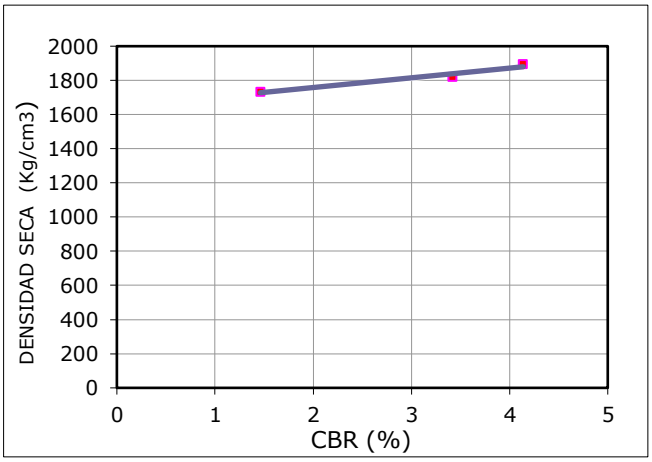
SUMERGIDO

Molde No.	005A		009A		016B	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	15	11	12	9	12	9
0,025	28	20	23	16	14	10
0,050	38	26	31	22	16	11
0,075	45	32	37	26	19	13
0,100	55	38	45	32	21	15
0,150	72	51	60	42	25	17
0,200	88	62	73	51	29	21
0,250	106	74	87	61	33	23
0,300	121	85	100	70	37	26
0,400	151	106	125	88	45	31
0,500	180	126	149	104	50	35
CBR corr 0.1 (%)	**3,8**		**3,2**		**1,5**	
CBR corr 0.2 (%)	**4,1**		**3,4**		**1,4**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1893,58	4,1
25	1819,68	3,4
10	1732,79	1,5

Límite Líquido	*36,37*
Límite Plástico	*23,55*
Índice Plástico	*12,81*
Clasificación	*CL*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

NORMA
INV E – 148 –13

ENSAYO
RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR

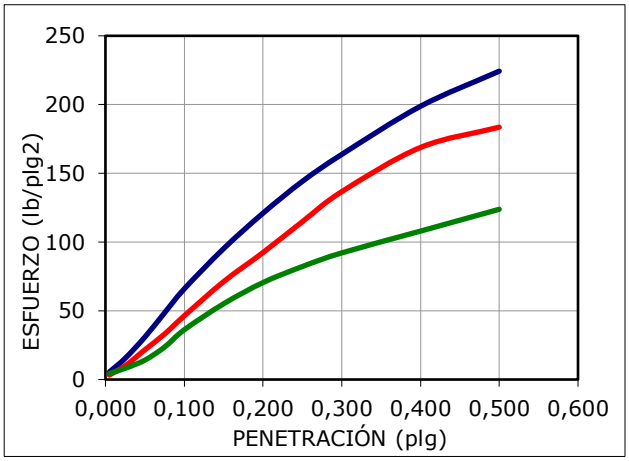
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 5**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

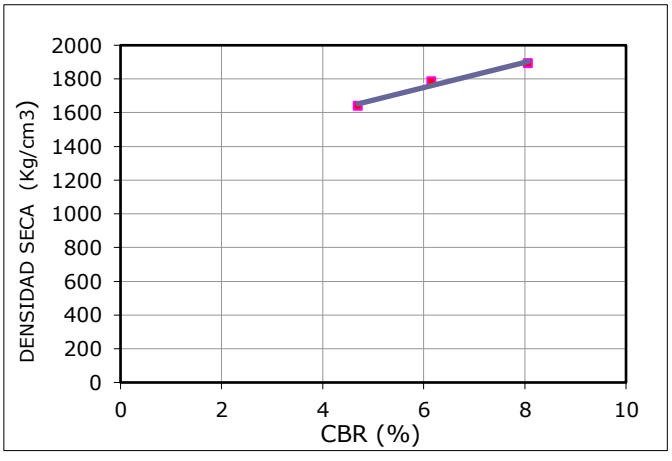
NO SUMERGIDO

Molde No.	4A		008A		6A	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	8	6	5	3	6	4
0,025	22	15	14	10	12	8
0,050	44	31	31	22	20	14
0,075	69	48	47	33	34	24
0,100	94	66	66	46	51	36
0,150	136	95	101	71	78	55
0,200	172	121	132	92	100	71
0,250	205	144	164	115	117	82
0,300	233	164	195	137	131	92
0,400	283	199	241	169	154	108
0,500	320	224	262	184	176	124
CBR corr 0.1 (%)	**6,6**		**4,6**		**3,6**	
CBR corr 0.2 (%)	**8,1**		**6,2**		**4,7**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1892,64	8,1
25	1785,60	6,2
10	1638,20	4,7

Límite Líquido	*#¡REF!*
Límite Plástico	*#¡REF!*
Índice Plástico	*#¡REF!*
Clasificación	*#¡REF!*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 31 de 31	ENSAYO
NORMA INV E – 148 –13	RELACIONES ESFUERZO – DEFORMACIÓN EN EL ENSAYO CBR

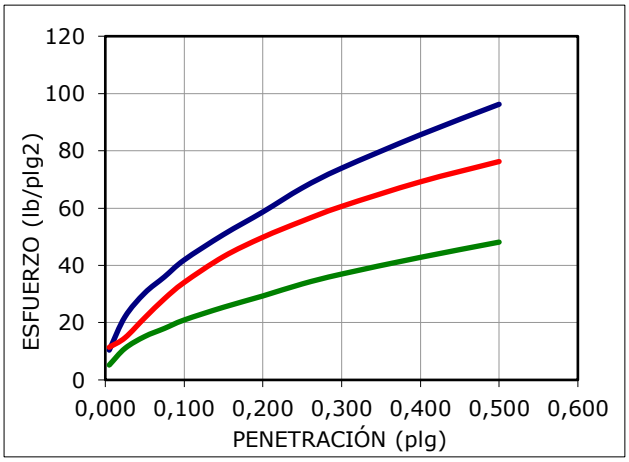
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS EN EL MUNICIPIO DE CÓMBITA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE LAS ORIENTACIONES TRANSITORIAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL DNP**
LOCALIZACIÓN:	**APIQUE 5**
MUNICIPIO:	**CÓMBITA - BOYACÁ**
DIRIGIDO A :	**11/10/2024**

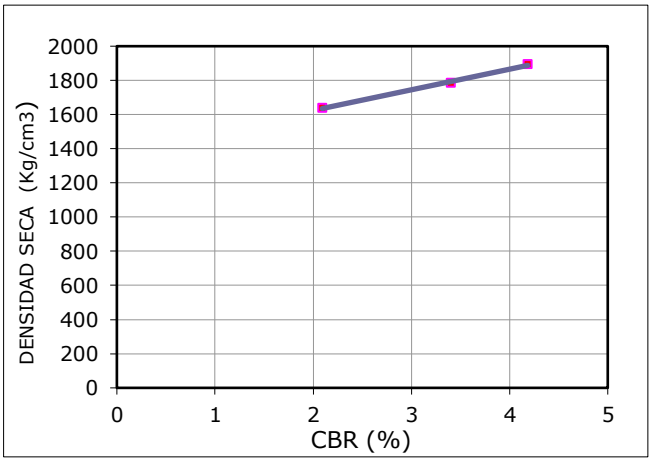
SUMERGIDO

Molde No.	4A		008A		6A	
No.Golpes	56		25		10	
Penet (plg)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)	Lect dial (Kgf)	Esf. (lb/pulg2)
0,005	15	10	16	11	7	5
0,025	31	22	21	15	16	11
0,050	43	30	31	22	22	15
0,075	51	36	40	28	26	18
0,100	60	42	48	34	30	21
0,150	72	51	61	43	36	25
0,200	84	59	71	50	42	29
0,250	96	67	79	55	48	34
0,300	105	74	86	61	53	37
0,400	122	86	99	69	61	43
0,500	137	96	109	76	69	48
CBR corr 0.1 (%)	**4,2**		**3,4**		**2,1**	
CBR corr 0.2 (%)	**3,9**		**3,3**		**2,0**	

No. Golpes	Densidad seca (Kg/m3)	CBR
56	1892,64	4,2
25	1785,60	3,4
10	1638,20	2,1

Límite Líquido	*#¡REF!*
Límite Plástico	*#¡REF!*
Índice Plástico	*#¡REF!*
Clasificación	*#¡REF!*





ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com