Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 1

TRAMO: AVENIDA 7 ENTRE CALLES 10 Y 14, SECTOR SEMAFORO, VÍA PANAMERICANA

DIAGNOSTICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS



VIA OBJETO

HERNANDO GARCIA
Ingeniero Civil, Especialista en Vías y Transporte
Consultor

Diciembre 2023

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

Contenido

INTRODUCCIÓN 4

1. LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN GENERAL 5

2. ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO 7

2.1 AUSCULTACION DEL PAVIMENTO 7

2.2 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, PCI 7

3. ESTADO ACTUAL DEL TRAMO, PAVIMENTO FLEXIBLE 8

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA DETERMINACION DEL PCI 10

5. ANALISIS DE TRANSITO 11

5.1 RESUMENES DE LOS AFOROS 13

5.2 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION 14

5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2023) 15

5.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRANSITO 16

6. TIPO DE SUELO 17

6.1 MODULO RESILIENTE DEL SUELO 18

7. POTENCIAL EXPANSIVO DE LA SUBRASANTE 19

8.1 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES 20

8.1.1 Mezcla Densa en Caliente 20

8.1.2 Base Granular 22

8.1.3 Sub base Granular 23

8.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO 24

INGENIERIA

8.2.1 DETERMINACION DEL NÚMERO ESTRUCTURAL 25

8.2.2 ERROR NORMAL COMBINADO So 26

8.2.3 NIVEL DE SEVICIALIDAD.....26

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES.....27

8.3 DETERMINACION DE ESPESORES 27

9. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....30

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.....31

12. BIBLIOGRAFIA GENERAL.....35

13. ANEXOS.....36

INGENIERIA

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

INTRODUCCIÓN

El corredor vial objeto del presente informe está definido por AVENNIDA 7 ENTRE CALLES 10 Y 14, VÍA PANAMERICANA, CALZADA SENTIDO SUR – OESTE (CALZADA SENTIDO REDOMA CARCEL MODELO – RODOMA EL AEROPUERTO), COMUNA 6 DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA.

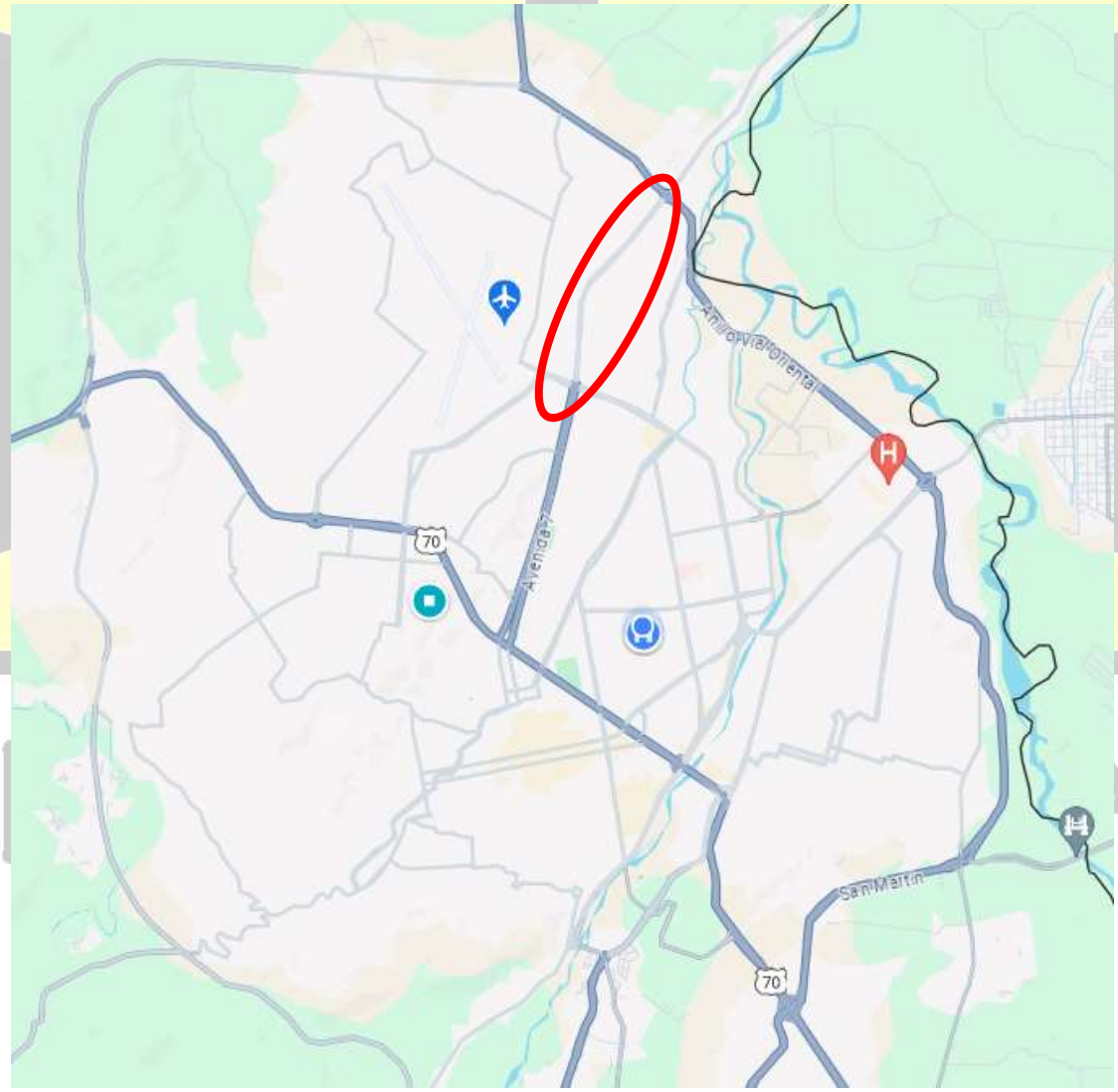
Este documento abarca la inspección visual del corredor para determinar el estado actual del pavimento, el diagnóstico del corredor, el estudio del tránsito de la zona, la propuesta de reparación y el diseño de la estructura a emplear.

El diagnóstico se hizo basándose en la metodología del PCI y el diseño de la intervención se basó en la metodología de la AASHTO.

INGENIERIA

1. LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto se desarrollará en la ZONA URBANA del municipio de SAN JOSE DE CUCUTA, específicamente en la avenida Av 7, Vía Panamericana, una arteria secundaria que comunica barrios de la periferia norte –Salado, La Ínsula, Panamericano, Trigal del Norte, con el centro de la ciudad y con centros poblados como Puerto Santander, Aguaclara, El Cerrito con el municipio de Cúcuta, departamento de Norte de Santander.



Avenida 7 (vía panamericana)

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

La avenida 7, vía Panamericana, se encuentra localizado al noroccidente de la ciudad, entre la redoma vía Aeropuerto- Berlinas y la redoma Cárcel Modelo, tiene 2.300 metros de longitud, es una vía urbana de doble calzada.

El tramo analizado corresponde al sector conocido como “el semáforo”, pero únicamente la calzada Nor-Oeste, en una longitud de 136 metros, contados desde el puente peatonal y la calle 10, es una vía que tiene un tránsito mixto, con un volumen representativo de camiones con viviendas, locales comerciales, educativos y sitios de interés como hoteles y estaciones de servicio alrededor del área a observar. El tramo analizado tiene un ancho promedio de 8.4 metros. El área aproximada de auscultación es de 1.142.42 M^2. El tramo tiene una pendiente promedio del 4%.

Foto 1.1 Vista Aérea del tramo



FUENTE GOOGLE EARTH

2. ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO

2.1 AUSCULTACION DEL PAVIMENTO

La auscultación y determinación de los daños de la capa de rodadura se hizo siguiendo la metodología para determinar el Índice de condición de pavimento, PCI.

2.2 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en una metodología completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta.

Al desarrollar el trabajo de campo, se observó en la carpeta de rodadura (pavimento flexible), un ahuellamiento con grado de severidad alto, donde las depresiones pasaban los 10 centímetros y están verticales al plano transversal de la carpeta, siendo esto la causa de la intervención, pues, considerando este daño y sin hacer cálculos de valores deducidos, ya que el grado de severidad es altísimo, se establece que el tramo está TOTALMENTE FALLADO.

3. ESTADO ACTUAL DEL TRAMO, PAVIMENTO FLEXIBLE

Se anexan fotografías donde se muestra el daño de ahuellamiento en el tramo objeto.



Patrón de ahuellamiento en ambos carriles

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia



Detalle del ahuellamiento carril izquierdo, se observa que este carril no es casi restringido para el tránsito.



Ahuellamiento carril derecho, con desplazamiento de la carpeta asfáltica.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA DETERMINACION DEL PCI

INGENIERIA

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tramo de la avenida 7 (vía panamericana) entre calles 10 y 14, sector semáforo, esta fallado, esto es, requiere una estrategia de rehabilitación de reconstrucción, haciendo un análisis de tránsito y de la subrasante, para definir una estructura que soporte y mitigue los esfuerzos del tránsito trasmitido a la subrasante, teniendo en cuenta que este ahuellamiento es localizado y solo se presenta en este sector.

Según la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, la reconstrucción consiste en la remoción de capas y el reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro, en este caso particular, la reconstrucción es total.

Se debe reparar todas las conexiones de servicio público que estén erradas, para evitar vertimientos de agua, tanto a las capas internas como a la rasante de la nueva estructura.

La nueva estructura debe quedar totalmente confinada.

5. ANALISIS DE TRANSITO

El volumen de tránsito se define como el número de vehículos que circulan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo y se expresa en número de vehículos/periodo de tiempo; estos volúmenes son absolutos cuando se tiene el número total de vehículos que pasan en un periodo de tiempo, por lo tanto se tendrán volúmenes totales como tránsito anual (TA), transito mensual (TM), transito semanal (TS), transito diario (TD) y tránsito horario (TH).

El tránsito promedio diario es el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado en días completo que sea igual o menor a un año y mayor a un día, dividido en el número de días de ese periodo, en consecuencia, se puede tener tránsito promedio diario anual (TPDA), transito promedio diario mensual (TPDM) y tránsito promedio diario semanal (TPDS). La abstención de esta información es costosa dependiendo del periodo de tiempo, pues se trata de cuantificar ininterrumpidamente hora por hora los vehículos que circulan durante un periodo de tiempo seleccionado.

Todo pavimento debe ser diseñado para soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio. El tránsito inicial de vehículos comerciales utilizado para el diseño del pavimento será la suma del normalmente existente, el atraído y el generado.

En nuestro caso, el tránsito se estima con observación directa en la vía objeto y las características socio-económicas del sector de aplicación del proyecto y teniendo en cuenta el desarrollo de la calidad de vida y la proyección de servicio.

Para este proyecto, por ser una rehabilitación de una vía existente, y teniendo en cuenta el mal estado de las mismas, la movilidad y costumbres de traslado de las personas de los diferentes sectores, se tomaron aforos durante tres días, mediante observación directa (manuales), y en un periodo de 14 horas. En los aforos se tuvieron en cuenta vehículos tipo automóvil, bus y camión.

Una vez realizados los estudios de tráfico en los sitios, el tránsito registrado se discrimina en vehículos livianos y comerciales, estos últimos son los que realmente se tienen en cuenta para el diseño.

El tránsito así obtenido habrá de proyectarse hacia el futuro una vez establecido el periodo de diseño y determinada la tasa anual de crecimiento del tránsito. Tradicionalmente en Colombia las proyecciones del tránsito se han efectuado utilizando el modelo exponencial expresado mediante la expresión **Tn = Ti*(1+r) ^n**, Donde:

Tn: Transito en cualquier año n.
Ti: Transito en el año cero (inicial).
r: tasa anual de crecimiento anual del tránsito.

A partir de la expresión anterior es posible por integración obtener el transito acumulado durante los **n** años del periodo de diseño, mediante la siguiente ecuación:

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

$$\text{T acumulado} = Ti\,\frac{((1+r)^n)-1}{\ln(1+r)}$$

5.1 RESUMENES DE LOS AFOROS

AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA: **DICIEMBRE 2023**

UBICACIÓN: **AVENIDA 7 CALLE 10,VÍA PANAMERICANA** **CIUDAD:** **Cúcuta**

PERIODO		Martes 5 de diciembre de 2023							
		AUTO	BUSES		CAMIONES				
			BUS	BUSETA	C2P	C2G	C3-4	C5	>C5
INICIAL	FINAL	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO
6:00	7:00	358	2	50	2	2	1	0	0
7:00	8:00	325	3	53	8	4	4	1	3
8:00	9:00	374	2	60	18	5	5	0	6
9:00	10:00	366	3	63	20	6	6	2	5
10:00	11:00	384	5	68	23	8	9	2	7
11:00	12:00	396	8	80	27	13	13	6	11
12:00	13:00	425	4	73	18	10	8	3	9
13:00	14:00	405	3	66	14	7	8	2	8
14:00	15:00	389	4	64	17	4	6	1	5
15:00	16:00	401	3	65	14	5	7	2	6
16:00	17:00	365	3	67	16	5	6	1	3
17:00	18:00	394	2	57	12	3	4	0	1
18:00	19:00	406	2	51	2	2	0	0	0
19:00	20:00	339	2	41	0	1	0	0	0

AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA: **DICIEMBRE 2023**

UBICACIÓN: **AVENIDA 7 CALLE 10,VÍA PANAMERICANA** **CIUDAD:** **Cúcuta**

PERIODO		Miercoles 6 de diciembre de 2023							
		AUTO	BUSES		CAMIONES				
			BUS	BUSETA	C2P	C2G	C3-4	C5	>C5
INICIAL	FINAL	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO
6:00	7:00	315	1	67	16	1	1	0	1
7:00	8:00	385	1	64	21	4	3	1	1
8:00	9:00	348	3	58	27	5	4	2	4
9:00	10:00	351	3	61	19	6	9	0	5
10:00	11:00	347	4	72	24	9	8	2	7
11:00	12:00	382	6	78	21	12	10	3	10
12:00	13:00	377	5	68	19	6	9	1	6
13:00	14:00	338	3	59	15	5	6	0	7
14:00	15:00	367	2	63	14	6	7	2	5
15:00	16:00	373	3	58	12	6	4	3	5
16:00	17:00	339	4	57	10	7	5	1	6
17:00	18:00	358	1	51	11	5	6	1	2
18:00	19:00	302	0	46	2	1	0	0	0
19:00	20:00	287	0	45	0	0	0	0	0

AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA: **DICIEMBRE 2023**

UBICACIÓN **AVENIDA 7 CALLE 10,VÍA PANAMERICANA** **CIUDAD:** **Cúcuta**

PERIODO		Jueves 6 dediciembre de 2023							
		AUTO	BUSES		CAMIONES				
INICIAL	FINAL		BUS	BUSETA	C2P	C2G	C3-4	C5	>C5
		DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO
6:00	7:00	301	0	59	12	5	2	1	3
7:00	8:00	315	1	63	15	7	5	0	2
8:00	9:00	328	2	68	18	8	5	0	3
9:00	10:00	331	3	62	24	10	3	2	5
10:00	11:00	341	4	65	22	8	5	1	4
11:00	12:00	354	6	70	21	9	7	3	2
12:00	13:00	341	3	74	16	6	5	1	1
13:00	14:00	327	4	67	11	5	3	0	2
14:00	15:00	331	3	62	8	4	1	1	0
15:00	16:00	329	4	57	5	3	2	0	1
16:00	17:00	339	1	58	6	1	1	1	0
17:00	18:00	311	2	55	4	1	0	0	0
18:00	19:00	289	0	49	0	0	0	0	0
19:00	20:00	271	0	45	0	0	0	0	0

5.2 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION

En la determinación del factor camión en nuestro medio son utilizadas tres metodologías para la obtención de del factor camión: por conteo y pesaje de los vehículos comerciales, por el método MOPT-INGEROUT y por el propuesto por la Universidad del Cauca. Los factores de equivalencia de carga por eje (FC) proporcionan una manera de expresar niveles equivalentes de daños entre ejes, sin embargo, este daño se puede expresar en términos de la cantidad del deterioro producida por un determinado vehículo. Factor camión es el número de ejes simples equivalentes de referencia que producen el mismo daño que a pasada de un vehículo. El Factor camión es calculado como un promedio para todo el flujo del tránsito pesado. Para este proyecto se aplicará la última metodología que cuenta con la ayuda de la Tabla

Factores de daño para vehículos cargados

FACTORES DE DAÑO PARA VEHICULOS CARGADOS	
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DAÑO
C2P	1.14
C2G	3.44
C3	3.76
C2 – S1	3.37
C4	6.73
C3 – S1	2.22
C2 – S2	3.42
C3 – S2	4.40
C3 – S3	4.72
BUS P – 600	0.40
BUS P – 900	1.00
BUSETA	0.05

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006.

Se determinó el factor camión, así:

	AUTOS	BUSES	CAMIONES
TPDS =	4901	891	386
TPDS =		6178	
TPDS COMPOSICION =	79.33%	14.42%	6.25%
TPDS COMP AJUSTADA=	79.3%	14.40%	6.20%

FACTOR CAMION	TRANSITO	FACTOR DAÑO	T * FC
C2 PEQUEÑO	188	1.14	214.32
C2 GRANDE	72	3.44	247.68
C3-4	63	3.76	236.88
C5	15	3.42	51.3
>C5	49	4.72	231.28
SUMATORIA	387		981.46

FACTOR CAMION =	2.54

FACTOR VEH COMERCI	% TRANSITO	FACTOR DAÑO	%T * FC
BUSES	14.4	1	14.40
CAMIONES	6.2	2.54	15.72
SUMATORIA	20.6		30.12

FACTOR CAMION VC =	1.46

5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2023)

Con base en el TPD y los factores de daño, se obtuvo el Número de Ejes Equivalentes de 8,2 toneladas. El factor carril se adoptó igual a uno (0.5) teniendo en cuenta que la vía constará de dos carriles y el Factor direccional se adoptó en 90% ya que es una vía con dos carriles en el mismo sentido.

5.3.1 Resultados de ejes equivalentes

El resultado del cálculo del tránsito de diseño N, calculado para un periodo de diseño de 10 años a parir del año 2023, expresado como el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño en el periodo de diseño se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC$$

Donde, en el caso de la vía

TPD = Transito promedio diario inicial, 6178 veh mixtos/día

A = Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones), 20.6%

B = Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño, 90%

r = Rata anual de crecimiento del tránsito: 2%, ajustado por componente de transito futuro y determinando un factor de ampliación del 2% para el tránsito atraído, en total 4%

n = Periodo de diseño, 10 años

FC = Factor camión, 1.46

TPD =	6178
% VEH PESADOS =	20.6%
CARRIL DE DISEÑO =	90%
RATA DE CREC % =	4%
PERIODO DE DISEÑO =	10
FACTOR CAMION =	1.46
(N) ESAL =	7,485,789

N = 7.485.789 ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el periodo de diseño.

N = 7.490.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas

5.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRANSITO

El valor de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño para la avenida 7 entre calles 10 y 14 (vía panamericana) es 7.490.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas en el carril de diseño, durante el periodo de diseño. Este valor puede y debe ser incluido como variable tránsito (N) en los métodos de diseño de pavimento.

6. TIPO DE SUELO

Se realizaron los laboratorios de suelos necesario para determinar las caracteristicas físicas de la subrasante, encaminados a determinar la capacidad de soporte in-situ, teniendo en cuenta las condiciones prevalecientes en la vía a rehabilitar. Se hizó un apique hasta una profundidad de 1.50 metros, en las cuales se llevaron a cabo los ensayos de campo: CBR in-situ metodo DCP, extraccion de muestras para humedad y clasificacion, profundidad del nivel freatico (a 1.50 metros no se evidenció). Los muestras extraidas fueron llevada al laboratorio donde se les realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Contenido de humedad, granulometria, límites de consistencia.

El resultado para el CBR, es:

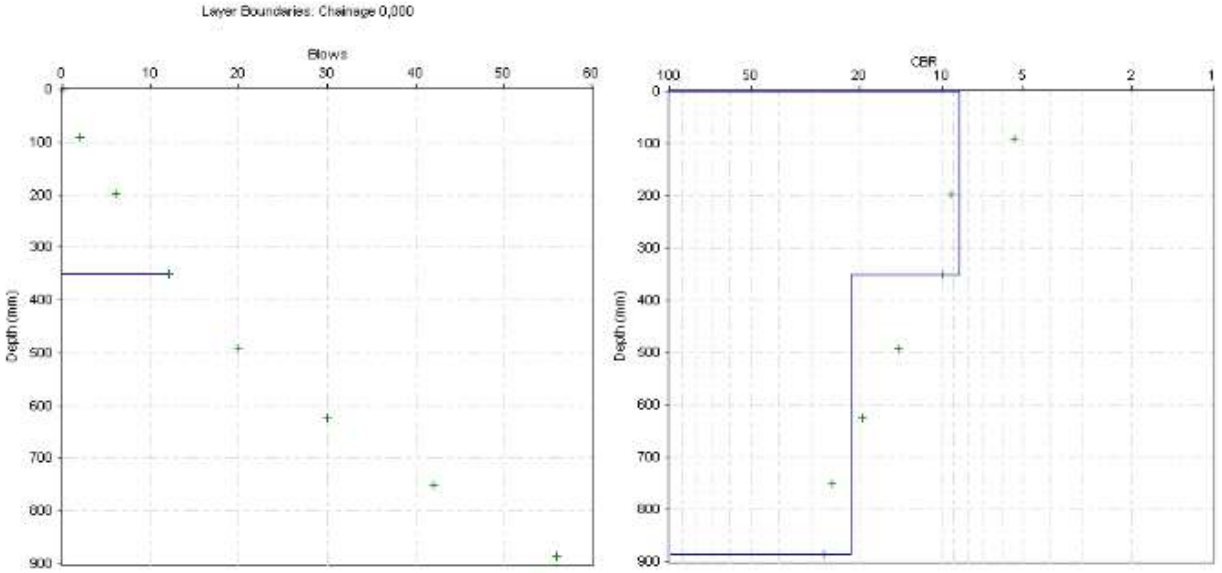
INGENIERIA

UK DCP V3.1

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CBR BARRIO EL SALADO

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	18/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted



Layer Boundaries Chart

CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	29,17	9	350	350	Subgrade	--	--	--	--
2	12,20	21	537	887	Subgrade	--	--	--	--

CBR = 9%

6.1 MODULO RESILIENTE DEL SUELO

El módulo Resiliente de la sub-rasante ha sido estimado en función de su CBR, mediante la siguiente correlación, que recomienda la Guía de la AASHTO, para CBR mayores o iguales a 7.2% pero menores a 20%

$M_{R1} = 3000 * CBR^{0.65}$

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

$M_{R1} = 3000 * (9)^{0.65}$

$M_{R1} = 12513$ psi

$M_{R1} = 86.27$ Mpa

7. POTENCIAL EXPANSIVO DE LA SUBRASANTE

Según la metodología propuesta por Holtz y Gibbs, la cual es recomendada por INVIAS, el potencial expansivo de la subrasante puede ser estimado con base en las características de plasticidad de los suelos bajo el siguiente criterio:

Potencial Expansivo	Límite Líquido (%)	Índice de Plasticidad (%)
ALTO	> 60	> 35
MEDIO	50 – 60	25 – 35
BAJO	< 50	< 25

APIQUE	MUESTRA	LL(%)	IP (%)	Potencial Expansivo
1	1	37	25	BAJO

Teniendo en cuenta los resultados de los límites de Atterberg, el limite liquido es relativamente bajo, sin embargo, el índice de plasticidad está, aparentemente en la frontera para considerarse como medio, además, el tipo de fallo presente en el pavimento actual, podría referir a un ascenso por capilaridad de humedad, pudiendo afectar la capacidad de soporte de la subrasante, por esta razón se recomienda un reemplazo de 45 centímetros con material inerte tipo grava de rio, por debajo de la estructura definida en el diseño de pavimento.

8. DISEÑO DE ESPESORES POR EL METODO DE LA AASHTO

En el presente capítulo, con fundamento en el concepto del número estructural, se determinan los espesores de cada uno de los materiales requeridos para proteger la sub-rasante de las deformaciones permanentes generadas por el tráfico, aspectos discutidos en los capítulos precedentes.

8.1 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES

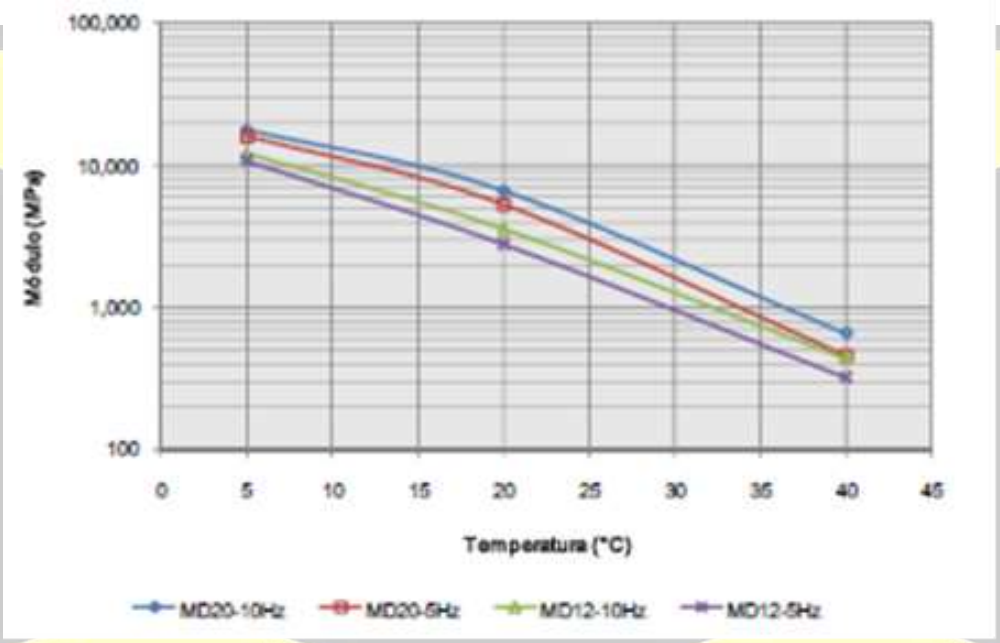
Previo al dimensionamiento de espesores, se hace necesario caracterizar los materiales contemplados en cada alternativa propuesta con base en los requerimientos técnicos mínimos contemplados en las Especificaciones Técnicas de Materiales y Construcción del INVIAS 22, aspectos descritos a continuación.

8.1.1 Mezcla Densa en Caliente

Se ha empleado un aporte estructural de 0.30 para la mezcla asfáltica en caliente tipo MDC19 y MDC25, teniendo en cuenta las recomendaciones del manual de diseño del INVIAS, para condiciones de climas cálidos. Este consultor considera un módulo de la mezcla asfáltica de 1379 MPa, teniendo en cuenta el aporte estructural, las características de la zona y la experiencia en otros proyectos.

INGENIERIA

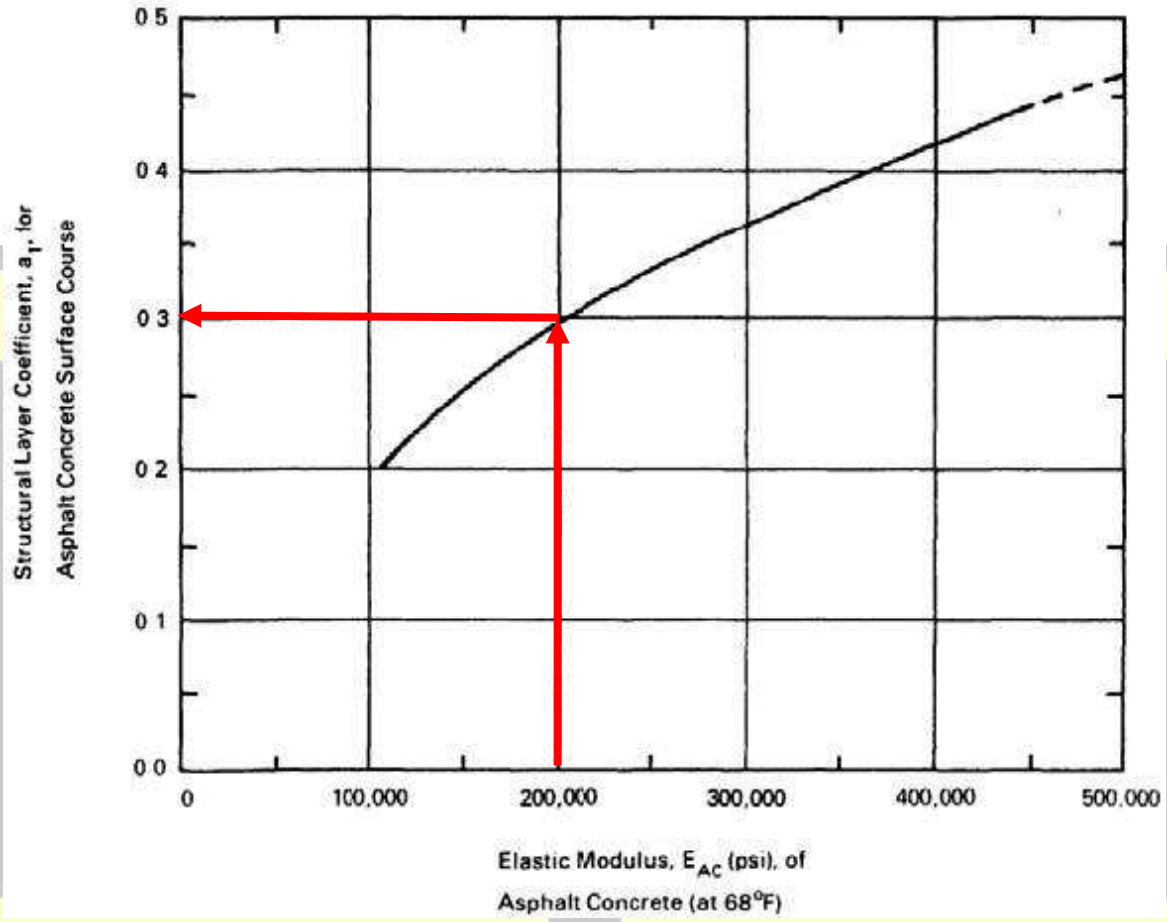
Grafico No. 1 Módulos dinámicos de mezclas asfálticas por laboratorio de acuerdo a la temperatura.



De acuerdo con el Grafico No 1 (que corresponde a la figura II – 2.5 de la guía AASHTO -93), en función del módulo de 1379 Mpa, el coeficiente de aporte de las capas asfálticas se asocia un valor de 0.30.

INGENIERIA

Grafico No 2. Carta para estimar el coeficiente de aporte de concretos asfalticos.

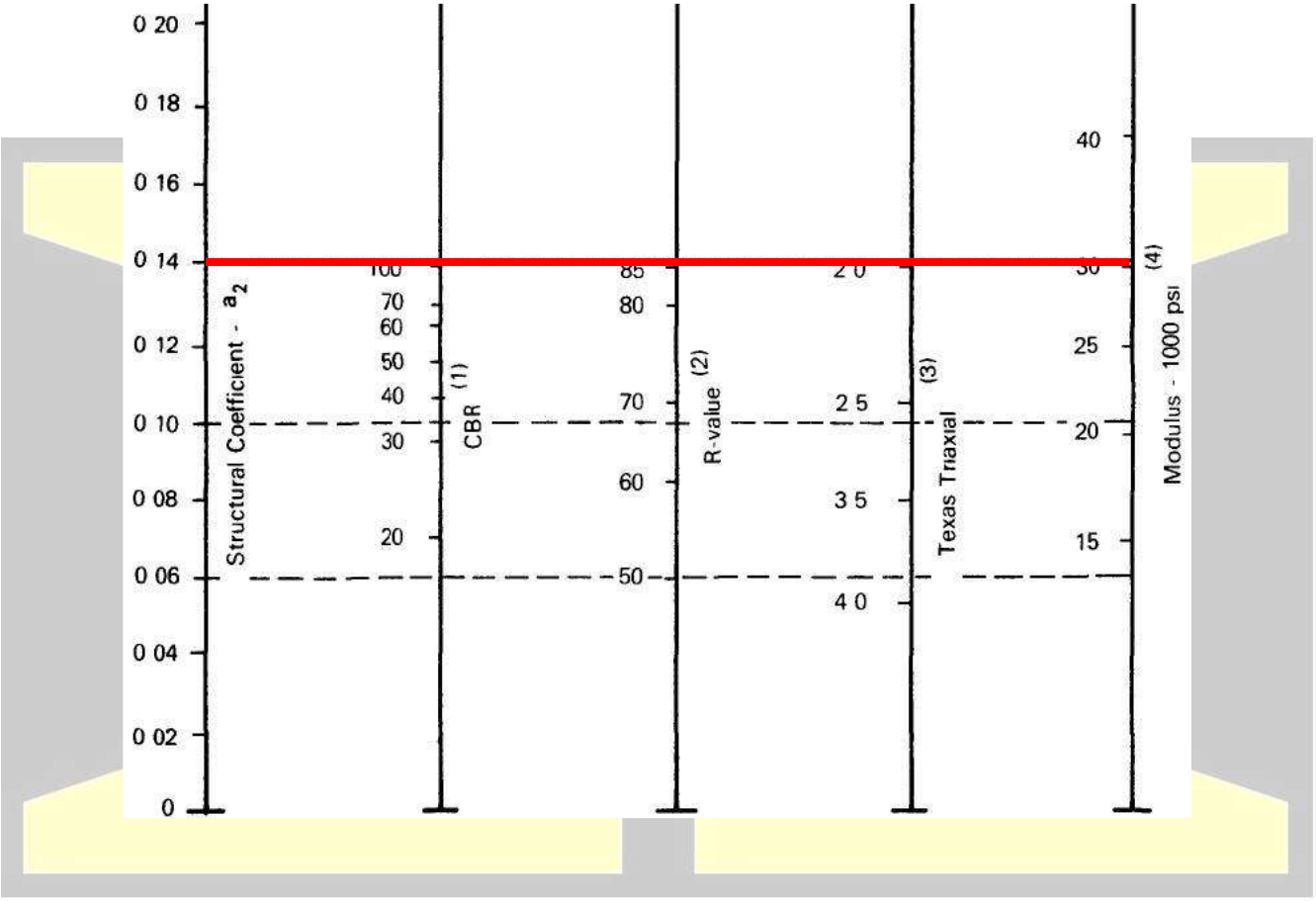


Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

8.1.2 Base Granular.

El valor de relación de soporte [CBR] al 100% de la densidad seca máxima, adoptado para diseño es 100%. De acuerdo con la figura II-2.6 de la guía AASHTO de 1993, dicha relación de soporte teóricamente se asocia a un módulo Resiliente de 210 MPa y a un coeficiente de aporte de 0.14 (ver gráfico No.3).

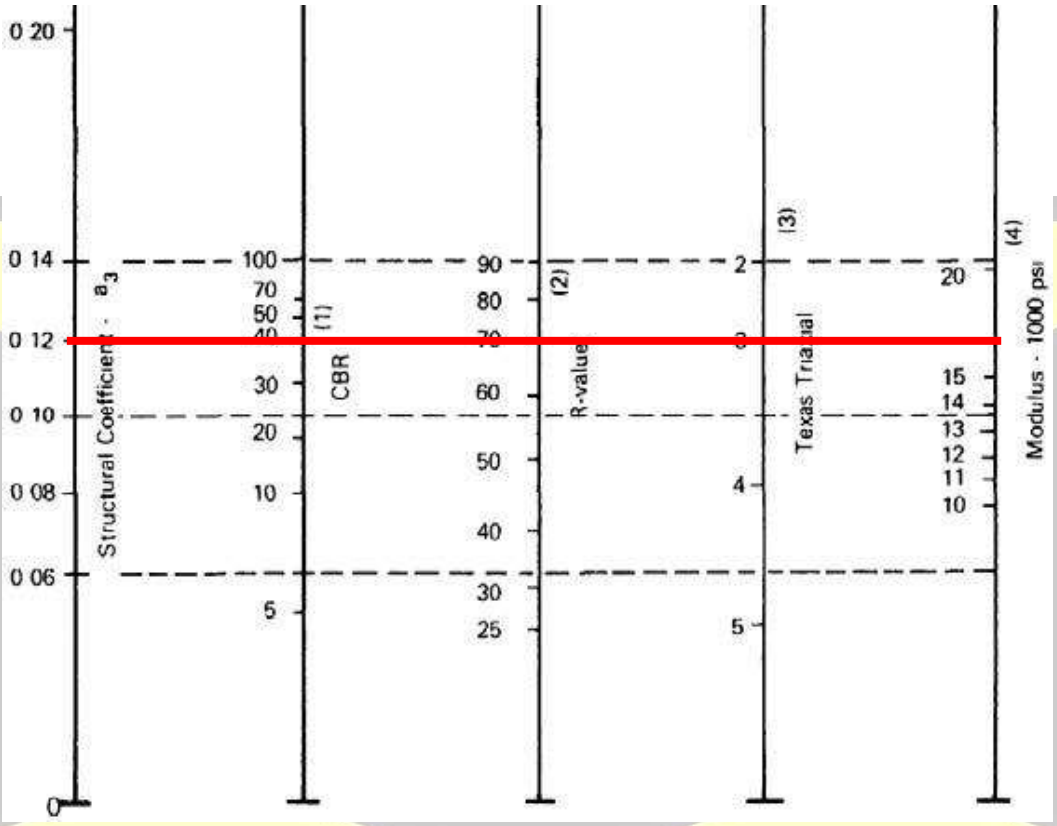
Grafico No. 3 Carta para estimar el coeficiente de aporte de bases granulares



8.1.3 Sub base Granular

Para el caso de las sub bases granulares se contempla una relación de soporte de 60% al 95% de la densidad seca máxima. De acuerdo con la figura II-2.7 de la guía AASHTO, dicha relación de soporte se asocia a un módulo Resiliente de 120 MPa y a un coeficiente de aporte de 0.12 (gráfico No. 4).

Grafico No. 4 Carta para estimar el coeficiente de aporte de sub bases granulares.



Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

8.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

De acuerdo con la metodología AASHTO 1993, la capacidad estructural requerida por un pavimento se define en términos de número estructural requerido. La ecuación fundamental para determinar dicho parámetro, es la siguiente:

$$Log\ (Ndis) = Zr * So + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.2 + \left\{\frac{Log\left[\frac{\Delta IPS}{Po - 1.5}\right]}{0.40 + \left[\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}\right]}\right\} + 2.32 * Log(Mr) - 8.071$$

Dónde:

Ndis: número de ejes equivalentes

ZR: desviación normal estándar

So: error estándar combinado

ΔPSI: diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (Po) y el final (Pt)

MR: módulo Resiliente de la sub-rasante, psi

SN: número estructural requerido

El cálculo de la capacidad estructural requerida ha sido realizado con una desviación estándar de 0.49 y niveles de servicio inicial y final de 4.2 y 2.0, respectivamente. El nivel de confiabilidad coincide con el empleado para la estimación del tráfico de diseño: 90%.

8.2.1 DETERMINACION DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta que:

- EL TRANSITO DE DISEÑO es N = 7.490.000 ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño.
- EL NIVEL DE CONFIANZA: es del 90 %, se determina el valor de la desviación normal estándar Zr, con que se desea diseñar el pavimento por medio de la siguiente tabla:

Desviación estándar, Zr

Confiabilidad	Desviación normal
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASTHO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. P. I-62

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

8.2.2 ERROR NORMAL COMBINADO So

Tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las propiedades de la sub-rasante, la variación de la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación de la calidad de la construcción.

El presente diseño se desarrollará tomando en So = 0.49

8.2.3 NIVEL DE SEVICIALIDAD

Conociendo que ΔIPS = Po – Pt y teniendo en cuenta las siguientes tablas:

Servicialidad inicial, Po

Tipo de pavimento	Servicialidad inicial, Po
concreto	4.5
asfalto	4.2

Serviciabilidad final, Pf

Tipo de vía	Servicialidad final Pt
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano	1.5 – 2.0

Fuente: AASTHO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. P. II-10

Se tiene, entonces, que

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

Po = 4.2

Pt = 2.0

$$\Delta PSI = 2.2$$

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES

Los coeficientes estructurales y de drenaje, empleados para el dimensionamiento de las intervenciones, son:

Coeficientes estructurales y de drenaje

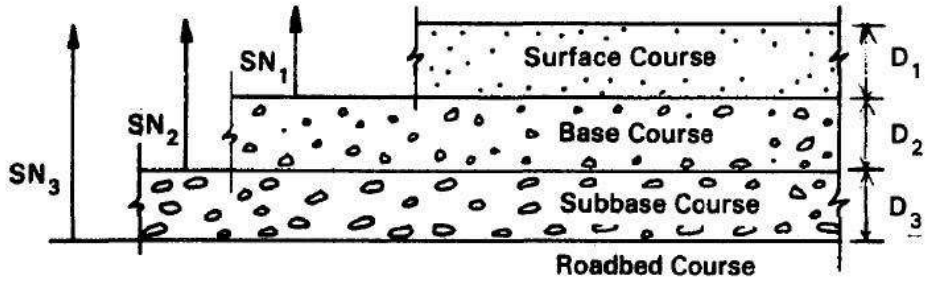
Material	Módulo [MPa]	Coeficiente de aporte	Coeficiente de drenaje
Mezcla densa en caliente	1100	0.26	1.00
Base granular	210	0.14	0.90
Sub base granular	120	0.12	0.80

Los coeficientes de drenaje de las capas granulares se estimaron con una calidad de drenaje aceptable, teniendo en cuenta que no hay endurecimiento de las zonas aledañas al tramo vial y la percolación de aguas lluvias al interior de la subrasante es evidente.

8.3 DETERMINACION DE ESPESORES

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en igualar el número estructural requerido con el obtenido al resolver la siguiente expresión:

Determinación de los espesores de cada capa



Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993

$$SN = \sum a_i * m_i * D_i$$

Donde, para cada material, i:

a_i: coeficiente de aporte

m_i: coeficiente de drenaje

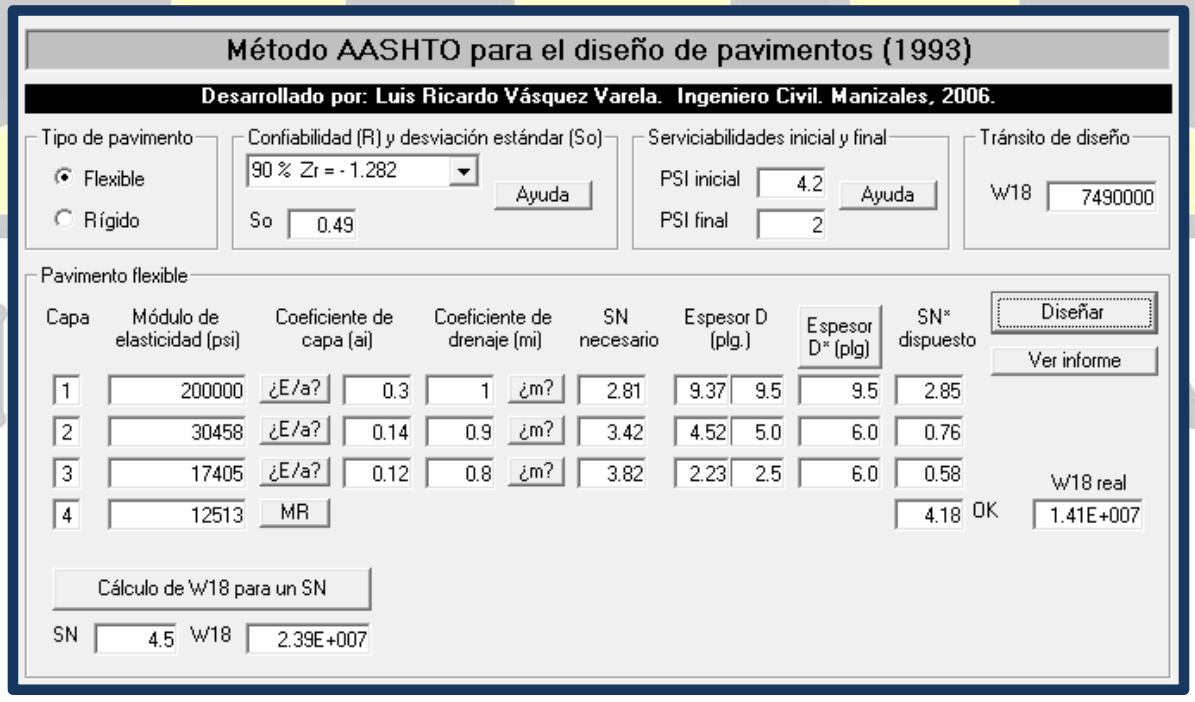
D_i: espesor, in

El procedimiento necesario para la determinación de los espesores de cada capa se ilustra en la figura, donde a, D, m y SN se definen como los mínimos valores requeridos.

Número estructural requerido

Confiabilidad			Serviciabilidad			Módulo Resiliente		Tránsito
So	R	Zr	PSI_i	PSI_f	ΔPSI	MPa	PSI	$N_{8.2\ TON}$
0.49	90%	-1.282	4.2	2.0	2.2	86.27	12513	7 490 000

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

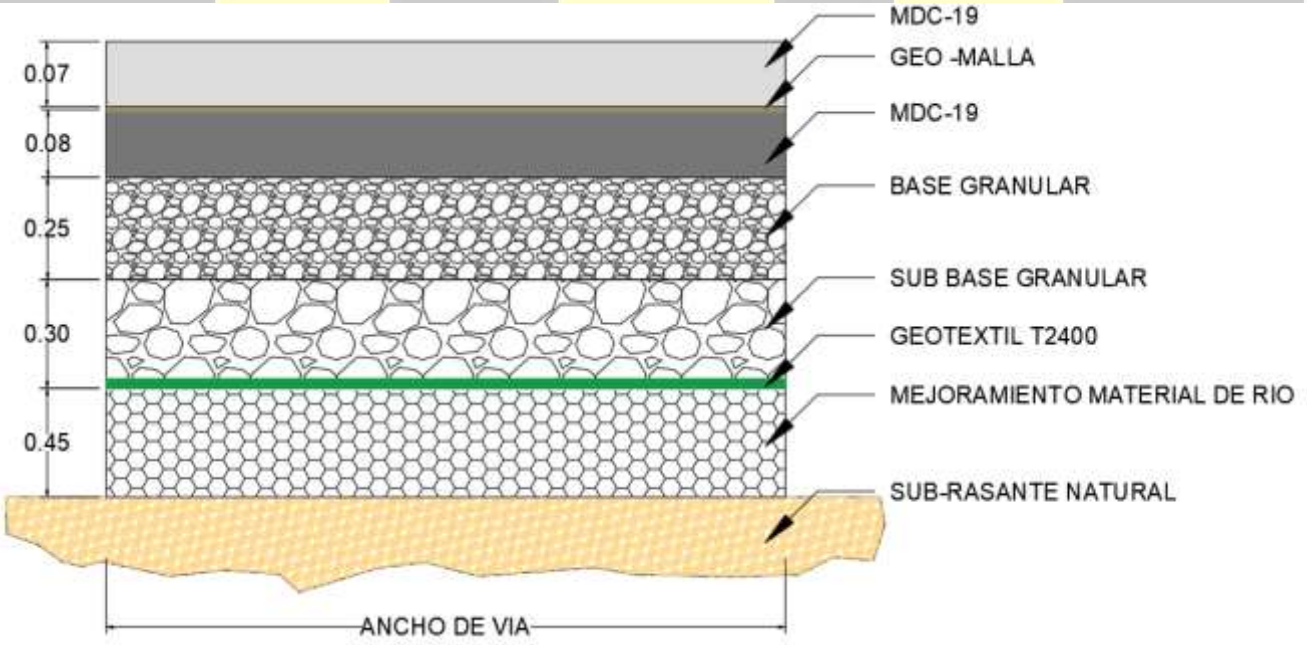


De acuerdo a los parámetros calculados con la ecuación de la AASHTO, el número estructural requerido es de 2.71, y los espesores requeridos se indican en el análisis a continuación:

ALTERNATIVA PAVIMENTO FLEXIBLE

AVENIDA 7 ENTVRE CALLES 10 Y 14 (VÍA PANAMERICANA)							
CBR =			9.00%	MR =		12513 PSI	
N =			7,455,000	SN =	3.82	SUELO =	VARIOS
SN NECESARIO		MODULO PSI	APORTE	COEF DREN	ESPESOR EVALUADO CM	ESPESOR EVALUADO PULG	SN DISPUESTO
SN TOTAL	3.82						
SN CA MDC 19	2.81	159,459	0.260	1	15	5.91	1.537
SN BASE	3.41	30,458	0.140	0.9	25	9.84	1.240
SN SUB BASE	3.82	17,405	0.120	0.8	30	11.81	1.134
			ESPESOR TOTAL		70		3.910

ALTERNATIVA ESTRUCTURA PAVIMENTO FLEXIBLE



9. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los materiales a utilizar en la ejecución de las obras de pavimentación, deben cumplir con las especificaciones generales de construcción del INVIAS, versión 2022. A continuación, se reseñan las normativas a cumplir.

Especificaciones técnicas de los materiales

Capa	Especificación
Mezcla Densa en caliente	MDC19 (Artículo 450-22)
Base granular	BG (Artículo 330-22)
Sub - Base granular	SBG (Artículo 330-22)
Geo-Malla	Resistente al corte en la interface de capas asfálticas
Geotextil T2400	Artículo 231-22

Durante la etapa de construcción se debe garantizar la ejecución de las pruebas y ensayos de laboratorio, que permitan establecer la conformidad de los materiales empleados con la norma anteriormente citada.

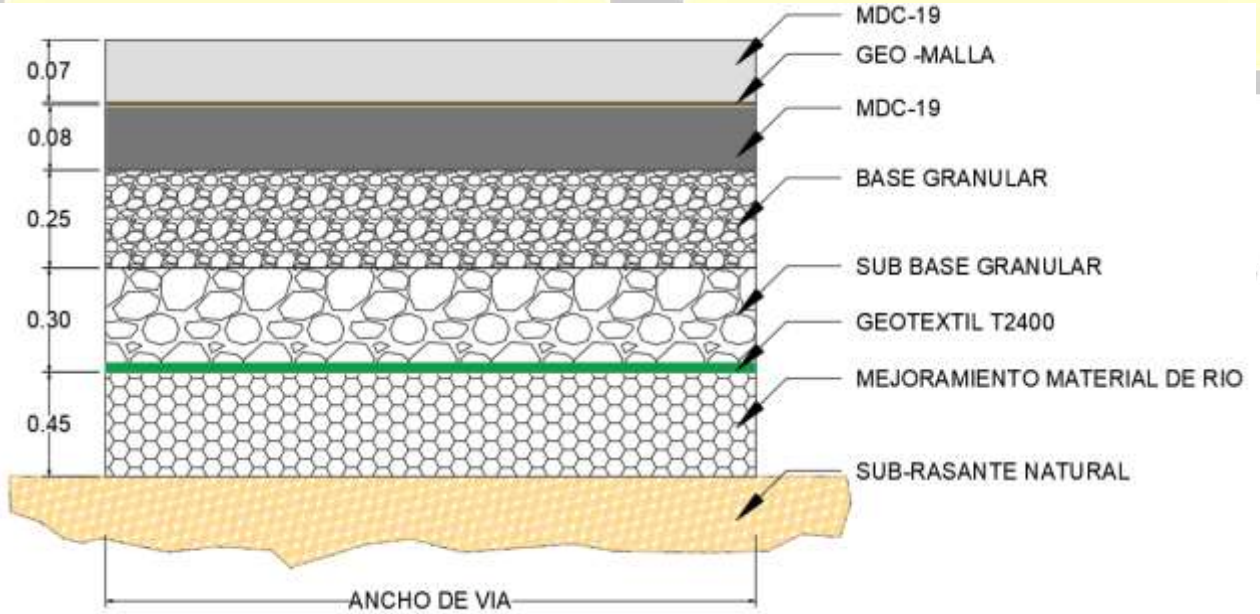
INGENIERIA

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

La alternativa de estructura formulada cumple con los requerimientos de carga y garantizan la disipación de esfuerzos sobre la sub-rasante.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
ALTERNATIVA	ESTRUCTURA		ESPECIFICACION
	CAPA	ESPESOR, CM	
	MDC-19	7	INVIAS 450-22
	Geo Malla	N. A.	Resistente al corte en la interface de capas asfálticas reforzadas.
	MDC-19	8	INVIAS 450-22
	BG	25	INVIAS 330-22
	SBG	30	INVIAS 320-22
	GEO T2400	N. A.	INVIAS 231-22

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE



Entre las capas de asfalto se debe hacer riego de liga tipo CRR1.

Durante la etapa constructiva se recomienda mantener la pendiente longitudinal y las cotas existentes, con las pequeñas adecuaciones que se mostraran en el capítulo de ajuste geométrico, además del drenaje transversal, el cual, es del 2%, con el fin de conducir las aguas hacia el box Coulvert existente.

El constructor debe cerciorarse de la calidad de los materiales adquiridos, bajo ningún motivo debe variar el tipo o calidad de los materiales respecto a los establecidos por las especificaciones técnicas y los diseños. El proceso constructivo deberá seguir los lineamientos y procedimientos establecidos en las Especificaciones Generales de Carreteras del Instituto Nacional de Vías - INVIAS, de la siguiente manera:

Mezcla asfáltica según INVIAS 450 de 2022.
Riego de imprimación según INVIAS 420 de 2022
Riego de liga según INVIAS 421 de 2022
Base granular según artículo INVIAS 330 de 2022.
Subbase granular según artículo INVIAS 320 de 2022
Geotextil T2400 según artículo INVIAS 231 de 2022
Geo – Malla Resistente al corte en la interface de capas asfálticas

INGENIERIA

La estructura tri-capa se debe emplear en las reparaciones tipo bache a lo largo del eje vial.

Se recomienda, al momento de la construcción, compactar y nivelar la capa de sub rasante, de cada tramo estudiado, por lo menos al 95% del Próctor Modificado del material existente.

Una vez alcanzado lo anterior, se recomienda instalar 45 centímetros sobre la subrasante con material de rio, tipo grava, con TMN 4”, compactado en capas de 15 centímetros, al 95% del ensayo Próctor.

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

Se recomienda al constructor realizar los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes a la fecha de la construcción de los tramos viales e intersecciones con el fin de garantizar la calidad de los materiales durante la ejecución de las obras y llevar un estricto control de calidad.

Se recomienda garantizar la NO afectación por humedad la sub-rasante, ya que el agua podría alterar el comportamiento físico mecánico de la misma presentando problemas por pérdida de soporte.

Se recomienda, al momento de la construcción, compactar y nivelar la capa de sub rasante, de cada tramo estudiado, por lo menos al 95% del Próctor Modificado del material existente.

Si durante la ejecución de los trabajos se encuentran sectores donde se requiera un mejoramiento para la capa de sub-rasante, esto se refiere a encontrarse sectores con baja capacidad portante (CBR<3.0%), situación que puede presentarse por efecto de acumulación de agua y por ende reblandecimiento de la capa de soporte, se recomienda realizar el mejoramiento de ésta por medio de la colocación de una capa de material Seleccionado tipo INV (sección 320) y/o rajón en un espesor total de 0.50 m de espesor.
Se recomienda retirar todo el material tipo relleno no estructural antes de construir cada una de las capas de la estructura del pavimento.

INGENIERIA

En toda la vía se debe implementar sistemas de drenaje y sub-drenaje que protejan la estructura del pavimento de la acción del agua, para de esta manera garantizar la estabilidad de la estructura.

Se le debe dar un adecuado confinamiento a cada una de las estructuras construidas para evitar un deterior prematuro. En las intersecciones se debe proteger la estructura con un dentellón en concreto asfaltico, el cual debe tener la altura de la estructura 30 centímetros.

Bajo ninguna circunstancia se debe variar el perfil longitudinal y/o la geometría vial existente.

Se hace necesario el diseño de iluminación artificial y señalización vial para cada tramo intervenido, que permita localizar las estructuras y elementos requeridos para la vía.

Además:

- Evitar, tanto como sea posible, exponer el suelo de sub rasante al efecto de las lluvias, lo cual aumenta el contenido de humedad y se puede inducir un proceso de “hinchamiento” del mismo, por saturación.
- En lo posible las excavaciones abiertas deberán taparse o rellenarse inmediatamente para impedir su deterioro por desecación en épocas secas o por humedecimiento y remoldeo en períodos lluviosos.
- Tras haber alcanzado la profundidad de excavación, permitir la perdida de humedad del suelo, antes de conformar las capas estructurales.
- Adecuación de un sistema de drenaje lateral que aísle la sub-rasante de los cambios de humedad que pueden provenir de las zonas verdes aledañas.
- Deberá evitarse la circulación excesiva de maquinaria pesada sobre la sub-rasante excavada.

INGENIERIA

También:

- Se debe realizar los seguimientos permanentes de las condiciones estructurales y funcionales de la vía, lo anterior con el fin de poder evaluar el momento en el cual deben hacerse labores de mantenimiento rutinario para así poder garantizar el adecuado comportamiento de la estructura.

11. BIBLIOGRAFIA GENERAL

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS. Manual de Diseño de Pavimentos para Vías con Bajos Volúmenes. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008.

COLOMBIA. ALFONSO MONTEJO FONSECA. Ingeniería de pavimentos. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2006.

ESTADOS UNIDOS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington: La association, 1993 y 2002

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES
MP 54202 – 74095 NTS

INGENIERIA

12. ANEXOS

INGENIERIA

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

12.1 RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS

INGENIERIA

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S.	**SONDEO**	CÓDIGO: IN-H-006
		VERSIÓN: 03 / FECHA: 15/06/2023
		PÁGINA 1 DE 1

PROYECTO: Exploraciones de campo Barrio El Salado
FECHA: 18/11/2023
SONDEO No.: SPT No.1
TIPO: Percusión
ENSAYO: Ensayo de Penetración Standard
EQUIPO: Tripode de Sondeo a Percusión
OPERADOR: Jesús Salvador Sanchez
SUPERVISOR: Ingeniera Gabriela Araque
REVISÓ: Ingeniero Cristian Agudelo R.

GRAVEL
SAND
SILT
CLAY

PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	S.U.C.S.	NIVEL FREÁTICO	N SPT (Golpes/pie)	GRÁFICA (Golpes/Pie) 10 20 30 40 50 60	DESCRIPCIÓN	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA (%) GRAVEL	SAND	SILT	CLAY	FORMACIÓN GEOLOGICA
0,50				23		Arcilla arenosa con presencia de grava color marrón. Humedad baja, consistencia firme a muy firme.					
1,00				16							
1,50				24		Arcilla arenosa con presencia de grava color marrón. Humedad media, consistencia muy firme a dura.					
2,00				64							
2,50											
3,00											
3,50											
4,00											
4,50											
5,00											
5,50											
6,00											
6,50											
7,00											
7,50											
8,00											
8,50											
9,00											
9,50											
10,00											
10,50											
11,00											
11,50											
12,00											
12,50											
13,00											
13,50											
14,00											
14,50											
15,00											

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Digitó: Ing. Gabriela Araque
Director Técnico

Revisó: Ing. Cristian Agudelo R.
Director de Innovación

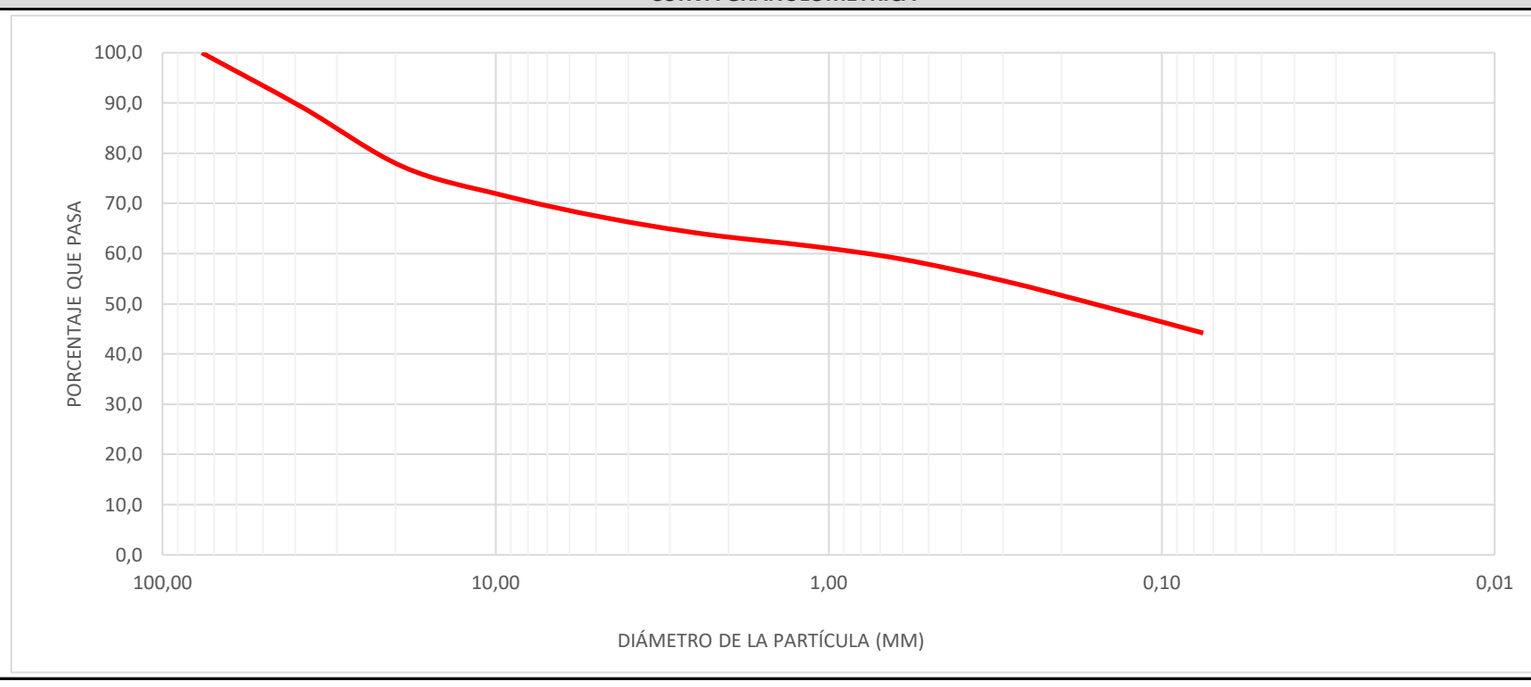
GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-001	
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS POR TAMIZADO	VERSIÓN: 06	FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-123-13 (Numeral 5)	PÁGINA 1 DE 1	

Informe No.: OS2834-23-DT-01

PROYECTO*:	Exploraciones de campo Barrio El Salado	**FECHA TOMA*:**	2023-11-16
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-16
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-11-24
MATERIAL:	Muestra de suelo alterada, con presencia de gravas sub-angulosas, planas y alargadas	**FECHA INFORME:**	2023-11-28
ID ÍTEM:	Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros	**No. ORDEN:**	OS-2834

TAMIZ DE SEPARACIÓN No. 200 - SERIE ALTERNATIVA					
Masa Inicial Muestra (g)	3286,9	**Masa Inicial Muestra Seca + Recipiente (g)**	2940,3	**Masa Retenida T200 + Recipiente (g)**	1725,8
Masa Recipiente (g)	164,5	**Masa Inicial Muestra Seca (g)**	2775,8	**Masa Retenida T200 (g)**	1561,3
			Tamaño máximo de partícula (mm)	75,0	
Tamiz	**Masa Retenida (g)**	**% Retenido Individual**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasa**	
3"	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	301,9	10,9	10,9	89,1	
3/4"	327,60	11,8	22,7	77,3	
3/8"	158,70	5,7	28,4	71,6	
No. 4	121,60	4,4	32,8	67,2	
No. 8	92,42	3,3	36,1	63,9	
No. 16	69,20	2,5	38,6	61,4	
No. 30	70,23	2,5	41,1	58,9	
No. 50	117,90	4,2	45,4	54,6	
No. 100	141,80	5,1	50,5	49,5	
No. 200	148,30	5,3	55,8	44,2	
% Gravas	32,8	**% Arenas**	23,1	**% Finos**	44,2

CURVA GRANULOMÉTRICA



Gradación Muestra

OBSERVACIONES: Cantidad de material que pasa por el tamiz No. 200 (Fondo): 10,76 g.

Revisó: Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó: Cristian Agudelo R.
Gerente

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*).
Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

OFICINA-LABORATORIO: AV. GRAN COLOMBIA No. 4E-28 B. POPULAR , CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S. / ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-022
	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS - MÉTODO A LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS	VERSIÓN: 06 / FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-125/126 -13	PÁGINA 1 DE 1

Informe No.: OS2834-23-IP-01

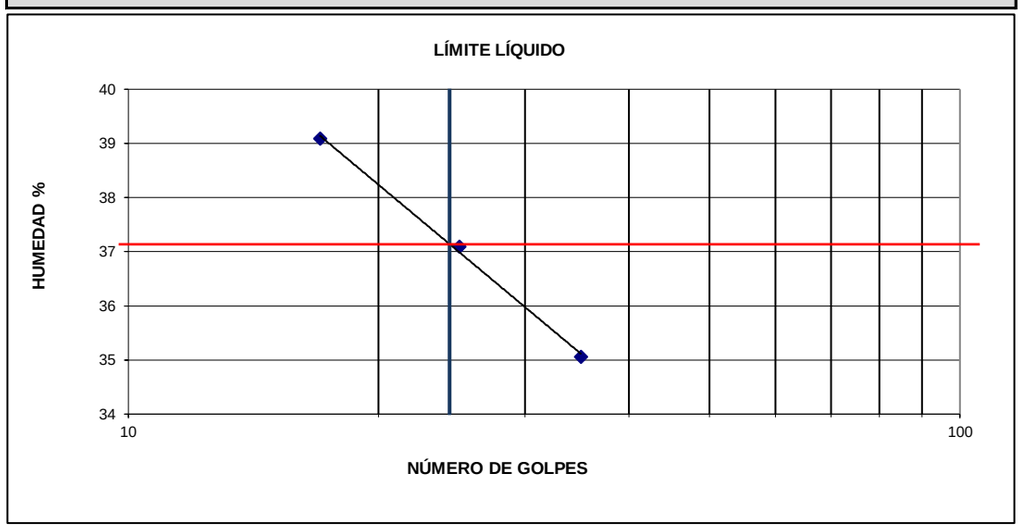
PROYECTO*: Exploraciones de campo Barrio El Salado
SOLICITANTE*: Ing. Hernando García
CONTACTO*: Ing. Hernando García
MATERIAL: Muestra de suelo alterada
ID MUESTRA: Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros

FECHA TOMA*: 2023-11-16
FECHA RECIBIDO: 2023-11-16
FECHA ENSAYO: 2023-11-27
FECHA INFORME: 2023-11-28
No. ORDEN: OS-2834

LÍMITE LÍQUIDO			
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	19,54	19,91	19,51
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	16,36	16,49	16,16
Masa Recipiente (g)	7,29	7,27	7,59
Masa Suelo Seco (g)	9,07	9,22	8,57
Masa Agua (g)	3,2	3,4	3,4
Humedad del Suelo (%)	35	37	39
Cantidad de Golpes	35	25	17

LÍMITE PLÁSTICO (Método manual)		
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	20,79	21,16
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	19,97	20,36
Masa Recipiente (g)	13,33	13,83
Masa Suelo Seco (g)	6,64	6,53
Masa Agua (g)	0,8	0,8
Humedad del Suelo (%)	12,3	12,3

GRÁFICA



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	37
LÍMITE PLÁSTICO (%)	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	25

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*). Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

Revisó: Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó: Cristian Agudelo R.
Gerente

OFICINA - LABORATORIO: AV. GRANCOLOMBIA No. 4E 28 B. POPULAR, CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-024
	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200 EN LOS AGREGADOS PÉTREOS MEDIANTE LAVADO	VERSIÓN: 06 / FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-214-13	PÁGINA 1 DE 1

Informe No.: OS2834-23-PT-01

PROYECTO*:	Exploraciones de campo Barrio El Salado	**FECHA TOMA*:**	2023-11-16
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-16
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-11-18
MATERIAL:	Muestra de suelo alterada	**FECHA INFORME:**	2023-11-28
ID ÍTEM:	Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros	**No. ORDEN:**	OS-2834

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
ID RECIPIENTE	-	M-15
MASA RECIPIENTE	g	164,5
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	g	2940,3
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA SECA	g	2775,8
MASA DE LA MUESTRA SECA DESPUÉS DE LAVADA + RECIPIENTE	g	1725,8
MASA DE LA MUESTRA SECA DESPUÉS DE LAVADA	g	1561,3
MATERIAL PASA TAMIZ N°200	%	44,0

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*). Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

Revisó: Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó: Cristian Agudelo R.
Gerente

OFICINA - LABORATORIO: AV. GRAN COLOMBIA No. 4E-28 B. POPULAR , CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-002	
	CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO - MÉTODO A	VERSIÓN: 06	FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-122-13	PÁGINA 1 DE 1	

Informe No.: OS2834-23-CA-01

PROYECTO*:	Exploraciones de campo Barrio El Salado	**FECHA TOMA*:**	2023-11-16
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-16
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-11-18
MATERIAL:	Muestra de suelo	**FECHA INFORME:**	2023-11-28
ID MUESTRA:	Apique 1	**No. ORDEN:**	OS-2834

APIQUE / SONDEO / MATERIAL N°	MUESTRA N°	TEMPERATURA DE SECADO (°C)	MATERIAL EXCLUIDO (mm)	PROFUNDIDAD (m)	MASA MUESTRA HÚMEDA (g)	MASA MUESTRA SECA (g)	MASA RECIPIENTE (g)	IDENTIFICACIÓN RECIPIENTE	HUMEDAD (%)
Apique 1	1	110	NO	1,50	286,8	253,4	20,6	Z-008	14
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*). Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

Revisó:
Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó:
Cristian Agudelo R.
Gerente

OFICINA - LABORATORIO: AV. GRANCOLOMBIA No. 4E 28 B. POPULAR, CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-002	
	CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO - MÉTODO A	VERSIÓN: 06	FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-122-13	PÁGINA 1 DE 1	

Informe No.: OS2834-23-CA-02

PROYECTO*:	Exploraciones de campo Barrio El Salado	**FECHA TOMA*:**	2023-11-18
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-18
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-11-24
MATERIAL:	Muestra de suelo	**FECHA INFORME:**	2023-11-28
ID MUESTRA:	Sondeo 1	**No. ORDEN:**	OS-2834

APIQUE / SONDEO / MATERIAL N°	MUESTRA N°	TEMPERATURA DE SECADO (°C)	MATERIAL EXCLUIDO (mm)	PROFUNDIDAD (m)	MASA MUESTRA HÚMEDA (g)	MASA MUESTRA SECA (g)	MASA RECIPIENTE (g)	IDENTIFICACIÓN RECIPIENTE	HUMEDAD (%)
Sondeo 1	1	110	NO	0,00-0,50	98,8	96,4	20,5	Z-001	3
Sondeo 1	2	110	NO	0,50-1,00	98,4	96,1	20,6	Z-002	3
Sondeo 1	3	110	NO	1,00-1,50	99,4	90,7	20,6	Z-028	12
Sondeo 1	4	110	NO	1,50-2,00	99,6	90,8	20,7	Z-035	13
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*). Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

Revisó:
Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó:
Cristian Agudelo R.
Gerente

OFICINA - LABORATORIO: AV. GRANCOLOMBIA No. 4E 28 B. POPULAR, CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe

UK DCP V3.1

Penetration Data Report

Project Name: CBR BARRIO EL SALADO

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	18/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted

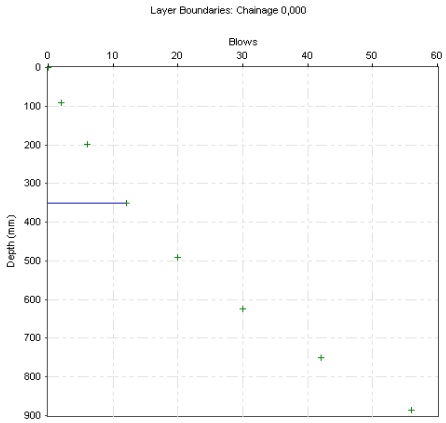
No.	Blows	Cumulative Blows	Penetration Depth (mm)	Penetration Rate (mm/blow)	No.	Blows	Cumulative Blows	Penetration Depth (mm)	Penetration Rate (mm/blow)
1	0	0	0	0,00					
2	2	2	90	45,00					
3	4	6	198	27,00					
4	6	12	350	25,33					
5	8	20	492	17,75					
6	10	30	625	13,30					
7	12	42	750	10,42					
8	14	56	887	9,79					

UK DCP V3.1

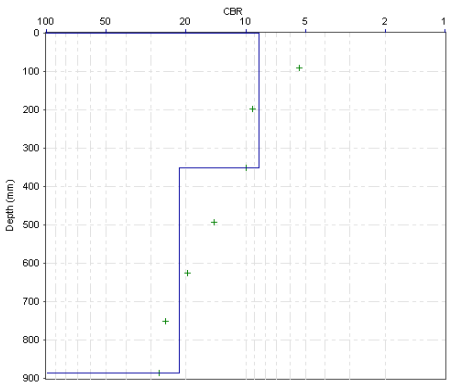
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CBR BARRIO EL SALADO

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	18/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	29,17	9	350	350	Subgrade	--	--	--	--
2	12,20	21	537	887	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

	Layer Contribution		
Layer	**SN**	**SNC**	**SNP**
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1,10	1,10
Pavement Strength	--	1,10	1,10

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(CBR) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(Strength)$

Report produced by .....

UK DCP V3.1

Tests Summary Report

Project Name: CBR BARRIO EL SALADO

Test Details					Upper Layers			Test Layers			Pavement Strength	
No.	Test Date	Chainage (km)	Location	Offset (m)	Surface Type	Surface Moisture	Base Type	Base Thickness (mm)	Sub-base Thickness (mm)	Subgrade CBR (%)	SN	SNP
1	18/11/2023	0,000	Lane 1	--	Unpaved	0,71 (Moderate)	--	--	--	9	--	1,10