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

DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PROYECTO: DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 4

TRAMO: CALLE 2 ENTRE AVENIDA 10 Y DIAGONAL SANTANDER
SUBTRAMO: CALLE 2 ENTRE AVENIDA 6 Y AVENIDA 8

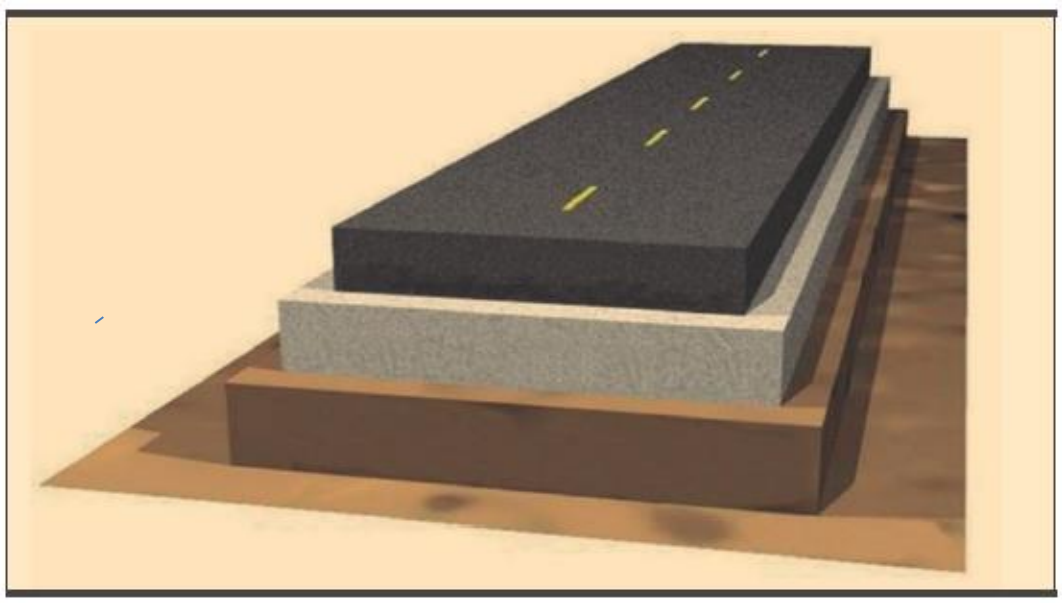


IMAGEN REFERENCIA

INGENIERIA

HERNANDO GARCIA
Ingeniero Civil, Especialista en Vías y Transporte
Consultor

Noviembre 2023

CONTROL DE IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE DOCUMENTOS

Versión 2

FECHA: 06 DE DICIEMBRE 2023

Elaboración y revisión Consultoría

Responsable Elaboración	**Nombre**	J. Hernando García J.
	Cargo	Especialista en Vías y Transporte
	Firma	
Responsable Revisión	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	

Revisión Interventoría

Responsable Revisión	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	
Responsable Aprobación	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	

INGENIERIA

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 5

2. OBJETIVOS 6

2.1. OBJETIVO GENERAL 6

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 6

3. LOCALIZACIÒN DEL PROYECTO 7

4. METODOLOGIA DE TRABAJO 7

5. TRANSITO DE DISEÑO 8

5.1 RESUMENES DE LOS AFOROS 10

DIA: MIERCOLES 15 DE NOVIEMBRE DE 2023 10

5.2 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION 12

5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2022) 14

5.3.1 RESULTADOS DE EJES EQUIVALENTES 14

5.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRANSITO 15

6. TIPO DE SUELO 15

6.1 CBR DE DISEÑO 16

7. MODULO DE RESILIENTE DE LA SUB-RASANTE 17

8. DISEÑO DE ESPESORES POR EL METODO DE LA AASHTO 18

8.1 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES 18

8.1.1 MEZCLA DENSA EN CALIENTE 18

8.1.2 BASE GRANULAR. 20

8.1.3 SUB BASE GRANULAR 21

8.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO 22

8.2.1 DETERMINACION DEL NÚMERO ESTRUCTURAL 23

8.2.2 ERROR NORMAL COMBINADO So 24

8.2.3 NIVEL DE SEVICIALIDAD 24

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES 25

8.3 DETERMINACION DE ESPESORES 25

9. ESPECIFICACIONES TECNICAS 30

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 31

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 34

INGENIERIA

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

1. INTRODUCCION

El deterioro evidente de la malla vial de Cúcuta, ha llevado a que la administración municipal invierta en el mejoramiento de la infraestructura vial, en este caso en particular en la calle 2 entre avenida 10 y Diagonal Santander.

Para tal fin se realizaron los estudios y diseños técnicos necesarios y/o complementarios para las vías objeto de la presente consultoría de diseño de pavimento.

En este volumen se encuentra la proyección del tránsito para la vida útil de la estructura de pavimento, el cálculo de la capacidad de soporte de diseño (CBR de diseño), considerando las recomendaciones del instituto del asfalto, y la propuesta de estructura de pavimento de acuerdo a las características geotécnicas de la sub-rasante encontrada y a la variable transito calculada.

Se anuncian las especificaciones para la ejecución de obra y recomendaciones generales para su construcción.

Los espesores de la estructura de pavimento se determinaron mediante el uso de la metodología de la AASHTO.

INGENIERIA

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Con base en la información obtenida para el estudio, y en los trabajos complementarios realizados dentro de la exploración geotécnica, realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible para *EL PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PROYECTO: DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 4. TRAMO: CALLE 2 ENTRE AVENIDA 10 Y DIAGONAL SANTANDER*
SUBTRAMO: CALLE 2 ENTRE AVENIDA 6 Y AVENIDA 8, para las solicitaciones de tránsito esperado en el sector durante el período de diseño
.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Definir la variable N (variable tránsito)

Estimar el modulo resiliente de la sub-rasante, M_R

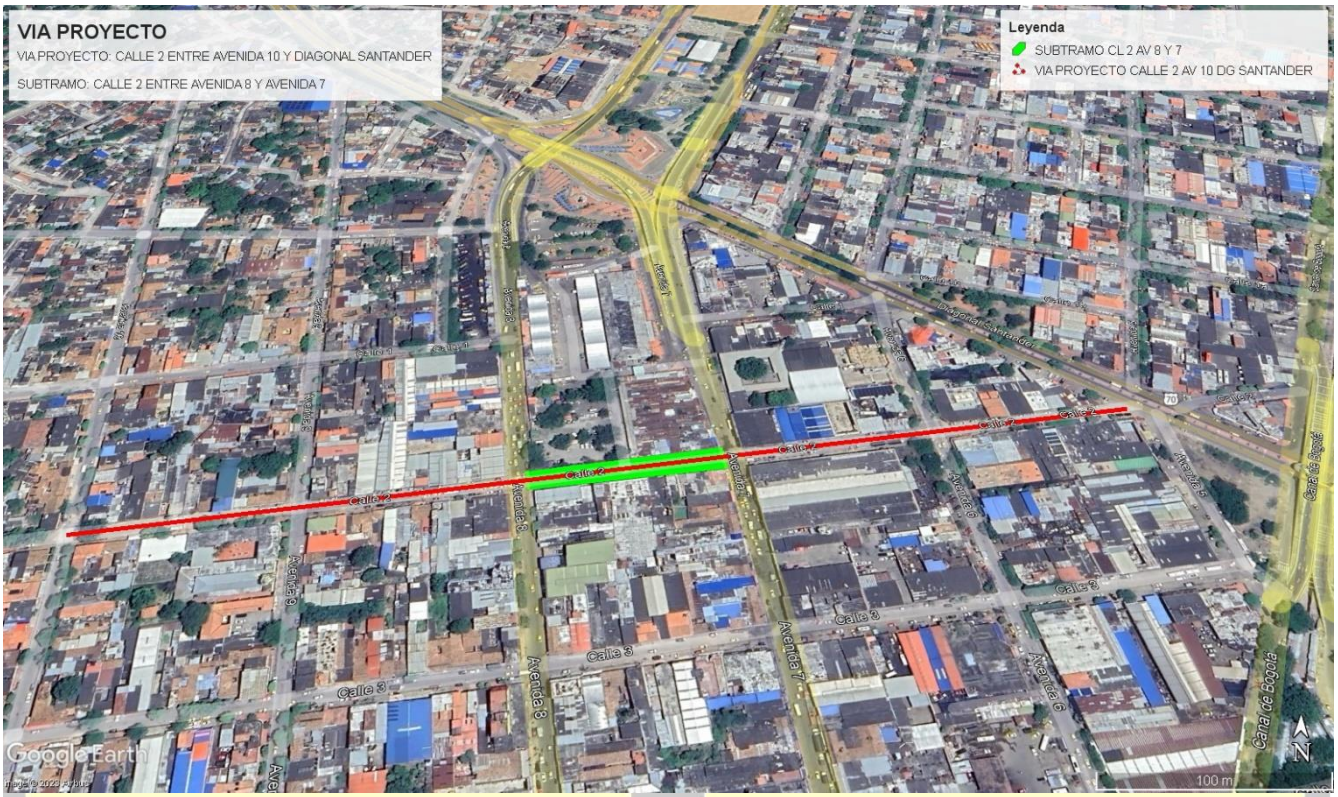
Realizar el diseño de la estructura de pavimento flexible, de manera que garanticen el nivel de servicio adecuado a lo largo del período de diseño.

Recomendar los materiales y sus especificaciones técnicas para garantizar el cumplimiento de los diseños propuestos.

Emitir las recomendaciones constructivas para acometer y garantizar el normal desarrollo del proyecto.

3. LOCALIZACIÒN DEL PROYECTO

El subtramo objeto de la presente consultoria es la calle 2 entre avenidas 6 y 8, en la comuna 1, barrio el callejon, en la ciudad de Cúcuta.



Fuente. Google Earth

4. METODOLOGIA DE TRABAJO

A continuaciòn se presenta la metodologìa general empleada en la evaluaciòn y el diseño de las estructuras de pavimento, a continuacion se describen cada una de las etapas:

Visita de especialistas. Se realizò una visita para observar, analizar y estudiar el proyecto dentro del entorno.

Diseño de estructura alternativa. Mediante la metodología de la AASHTO para el diseño de pavimentos flexcibles, se establecieron los parámetros requeridos en consideraciòn con la importancia de las vías dentro de la movilidad de la ciudad y el régimen de tránsito proyectado con base en la operatividad del sector, esto, junto a la capacidad estructural de del suelo de fundacion encontrado, permitió establecer los espesores acertados de la estructura de pavimento.

5. TRANSITO DE DISEÑO

Actualmente la vía tiene un pavimento flexible totalmente fallado, lo que hace que los costos operativos de los vehículos se incrementen, y teniendo en cuenta que la vía ayuda a evacuar el centro de la ciudad constantemente, hace que el consumo energético sea alto y, por consiguiente, las emisiones altas.



Estado actual de la calle 2 entre avenida 8 y 7, sector terminal, barrio El Callejón

El volumen de transito 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 transito anual (TA), transito mensual (TM), transito semanal (TS), transito diario (TD) y transito horario (TH).

El transito 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 transito promedio diario anual (TPDA), transito promedio diario mensual (TPDM) y transito 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 transito se estima con observación directa en la vía objeto y las caracteristicas socio-economicas del sector de aplicación del proyecto y teniendo en cuenta el desarrollo de la calidad de vida y la proyeccion de servicio.

Para este proyecto, por ser una rehabilitacion de una vía existente, y teniendo en cuenta el mal estado de las mismas, la movilidad y constumbres de traslado de las personas de los diferentes sectores, se tomaron aforos durante tres dias, mediante observacion directa (manuales) , y en un peridodo de 14 horas. En los aforos se tuvieron en cuenta vehículos tipo automovil, bus y camión.

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

El transito 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:

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

5.1 RESUMENES DE LOS AFOROS

DIA: MIERCOLES 15 DE NOVIEMBRE DE 2023

AUTOS

15/11/2023		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	181	15
7:00	8:00	180	41
8:00	9:00	184	39
9:00	10:00	189	56
10:00	11:00	157	57
11:00	12:00	177	43
12:00	13:00	241	44
13:00	14:00	218	35
14:00	15:00	251	52
15:00	16:00	277	67
16:00	17:00	264	54
17:00	18:00	183	61
18:00	19:00	174	51
19:00	20:00	169	34
Totales Día		2845	649
Total General		3494	

BUSES

15/11/2023		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	25	4
7:00	8:00	22	5
8:00	9:00	23	5
9:00	10:00	25	5
10:00	11:00	25	6
11:00	12:00	21	6
12:00	13:00	24	4
13:00	14:00	19	4
14:00	15:00	20	4
15:00	16:00	21	3
16:00	17:00	19	3
17:00	18:00	14	2
18:00	19:00	15	1
19:00	20:00	11	0
Totales Día		284	52
Total General		336	

CAMIONES

15/11/2023		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	4	0
7:00	8:00	9	2
8:00	9:00	13	1
9:00	10:00	14	2
10:00	11:00	13	2
11:00	12:00	10	2
12:00	13:00	12	3
13:00	14:00	8	2
14:00	15:00	10	1
15:00	16:00	9	4
16:00	17:00	8	3
17:00	18:00	8	2
18:00	19:00	2	1
19:00	20:00	0	0
Totales Día		120	25
Total General		145	

DISTRIBUCION DE CAMIONES DIRECTOS

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
3	1	0	0	0
5	4	0	0	0
8	5	0	0	0
9	5	0	0	0
9	4	0	0	0
10	0	0	0	0
9	3	0	0	0
6	2	0	0	0
7	3	0	0	0
8	1	0	0	0
6	2	0	0	0
7	1	0	0	0
2	0	0	0	0
0	0	0	0	0
89	31	0	0	0

DISTRIBUCION DE CAMIONES GIRO A CL2

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
0	0	0	0	0
2	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	1	0	0	0
1	0	0	0	1
2	1	0	0	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	0
1	2	0	0	1
2	1	0	0	0
2	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	0	0	0	0
15	6	0	0	4

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

DIA: JUEVES 16 DE NOVIEMBRE DE 2023

AUTOS

		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	192	13
7:00	8:00	248	39
8:00	9:00	286	39
9:00	10:00	211	66
10:00	11:00	193	46
11:00	12:00	239	45
12:00	13:00	188	43
13:00	14:00	199	34
14:00	15:00	264	87
15:00	16:00	223	65
16:00	17:00	187	43
17:00	18:00	174	43
18:00	19:00	212	55
19:00	20:00	171	56
Totales Día		2987	674
Total General		3661	

BUSES

		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	24	4
7:00	8:00	22	5
8:00	9:00	24	5
9:00	10:00	20	4
10:00	11:00	21	6
11:00	12:00	24	5
12:00	13:00	22	5
13:00	14:00	18	3
14:00	15:00	23	4
15:00	16:00	18	4
16:00	17:00	17	3
17:00	18:00	18	3
18:00	19:00	14	3
19:00	20:00	9	2
Totales Día		274	56
Total General		330	

CAMIONES

		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	6	1
7:00	8:00	9	0
8:00	9:00	10	2
9:00	10:00	8	5
10:00	11:00	10	0
11:00	12:00	9	2
12:00	13:00	6	4
13:00	14:00	4	1
14:00	15:00	4	4
15:00	16:00	5	3
16:00	17:00	3	5
17:00	18:00	2	3
18:00	19:00	2	1
19:00	20:00	1	2
Totales Día		79	33
Total General		112	

DISTRIBUCION DE CAMIONES DIRECTOS

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
6	0	0	0	0
7	2	0	0	0
9	1	0	0	0
5	3	0	0	0
6	4	0	0	0
8	1	0	0	0
6	0	0	0	0
4	0	0	0	0
3	1	0	0	0
5	0	0	0	0
2	1	0	0	0
2	0	0	0	0
2	0	0	0	0
1	0	0	0	0
66	13	0	0	0

DISTRIBUCION DE CAMIONES GIRO A CL2

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
1	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	3	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
3	1	0	0	0
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	0	0	0
4	1	0	0	0
1	2	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
22	8	0	0	3

DIA: SABADO 18 DE NOVIEMBRE DE 2023

AUTOS			
		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	156	12
7:00	8:00	145	46
8:00	9:00	131	64
9:00	10:00	177	89
10:00	11:00	175	67
11:00	12:00	177	65
12:00	13:00	175	70
13:00	14:00	162	49
14:00	15:00	170	53
15:00	16:00	157	76
16:00	17:00	167	65
17:00	18:00	134	28
18:00	19:00	128	27
19:00	20:00	114	51
Totales Día		2168	762
Total General		2930	

BUSES			
		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	19	3
7:00	8:00	24	4
8:00	9:00	18	5
9:00	10:00	21	5
10:00	11:00	19	4
11:00	12:00	22	5
12:00	13:00	25	4
13:00	14:00	19	6
14:00	15:00	18	4
15:00	16:00	15	4
16:00	17:00	15	5
17:00	18:00	14	3
18:00	19:00	12	2
19:00	20:00	12	2
Totales Día		253	56
Total General		309	

CAMIONES			
		AVENIDA 8	
HORARIO		MANIOBRA	
HORA INICIO	HORA FINAL	DIRECTO	CL 2
6:00	7:00	6	0
7:00	8:00	7	2
8:00	9:00	3	3
9:00	10:00	3	2
10:00	11:00	3	2
11:00	12:00	5	3
12:00	13:00	3	2
13:00	14:00	3	3
14:00	15:00	4	3
15:00	16:00	3	1
16:00	17:00	2	1
17:00	18:00	2	0
18:00	19:00	0	0
19:00	20:00	0	0
Totales Día		44	22
Total General		66	

DISTRIBUCION DE CAMIONES DIRECTOS

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
3	0	0	0	0
3	0	0	0	0
1	2	0	0	0
5	0	0	0	0
3	0	0	0	0
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
3	0	0	0	0
2	0	0	0	0
2	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
37	7	0	0	0

DISTRIBUCION DE CAMIONES GIRO A CL2

C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
0	0	0	0	0
2	0	0	0	0
1	2	0	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	0	0
3	0	0	0	0
2	0	0	0	0
1	2	0	0	0
3	0	0	0	0
1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
15	6	0	0	1

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 aplicara la última metodología que cuenta con la ayuda de la Tabla

Factores de daño para vehículos cargados

FACTORES DE DAÑO PARA VEHÍCULOS 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 camion, asi:

	AUTOS	BUSES	CAMIONES
TPDS =	3362	325	108
TPDS =		3795	
TPDS COMPOSICION =	88.59%	8.56%	2.85%
TPDS COMP AJUSTADA=	88.6%	8.60%	2.80%

FACTOR CAMION	TRANSITO	FACTOR DAÑO	T * FC
C2 PEQUEÑO	81	1.14	92.34
C2 GRANDE	24	3.44	82.56
C3-4	0	3.76	0
C5	0	3.42	0
C6	3	4.72	14.16
SUMATORIA	108		189.06

FACTOR CAMION =	1.75

FACTOR VEH COMERCI	% TRANSITO	FACTOR DAÑO	%T * FC
BUSES	8.60%	1	0.0860
CAMIONES	2.80%	1.75	0.0490
SUMATORIA	11.40%		0.1350

FACTOR CAMION VC =	1.18

5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2022)

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 resultados del cálculo del tránsito de diseño N, calculado para un periodo de diseño de 20 años a parir del año 2022, 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 via

TPD = Transito promedio diario inicial, 3795 veh mixtos/dia
A = Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones), 11.40%
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 transito atraído, en total 4%
n = Periodo de diseño, 10 años
FC = Factor camión, 1.18

TPD =	3795
% VEH PESADOS =	11.4%
CARRIL DE DISEÑO =	90%
RATA DE CREC % =	4%
PERIODO DE DISEÑO =	10
FACTOR CAMION =	1.18
(N) ESAL =	2,060,999

N = 2.060.999 ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el periodo de diseño.
N = 2.065.000 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 calle 2 entre avenida 8 y avenida 7, sector El Terminal, barrio El Callejon es de via es 2.065.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas en el carril de diseño, durante el periodo de diseño

Este valor pueden y deben ser incluidos con variable transito (N) en los metodos de diseño de pavimento.

6. TIPO DE SUELO

La empresa INGESCOL, presenta el documento del proyecto INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS, donde presenta los resultados de 2 apiques manuales 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, Penetracion CBR y ensayo modificado de compactacion.

Se presentan los resumenes de los resultados:

Resumen Resultados de Laboratorio

APIQUE	Muestra	Prof. (m)	w%	LL	LP	IP	%Grava	%Arena	%Finos	USC	AASTHO	I.G.	Descripción
1	1	0,20-1,00	2.41	N.L.	N.L.	N.P	7.37	50.71	41.92	SM	A-4	1	Arean limosa, no plastica.
2	1	0,20-1,00	6.92	N.L.	N.L.	N.P	0.00	64.54	35.46	SM	A-4	0	Arean limosa, no plastica.

Fuente: Documento INFORME ESTUDIO DE SUELOS, por INGESCOL

VALORES DE CBR

Tabla 3. Resultados ensayos CBR de campo y laboratorio.

DCP	%CBR	PENETRACIONES POR GOLPE
1	5.5	5-15 mm
2	3.0	10-25 mm

6.1 CBR DE DISEÑO

Expuesto lo anterior, se aplica el criterio del instituto del asfalto, que dice:

Para determinar el valor total, que el 60, el 75 o el 87.5% de los datos individuales sea mayor o igual que él, de acuerdo al transito que se espera circule sobre el pavimento, asi:

Numero de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	**Perecentil a seleccionar para hallar la resistencia**
$<10^4$	60
$10^4 – 10^6$	75
$>10^6$	87.5

Desarrollando el criterio, involucrando todos los datos obtenidos para CBR (PDC,CBR no sumergido yCBR sumergido) tenemos:

CBR	NUMERO DE VALORES IGUALES O MAYORES	% VALORES IGUALES O MAYORES
3	2	100.00
5.5	1	50.00

INGENIERIA



El valor para el CBR de diseño, por el criterio del Instituto del Asfalto, es del 3.6%.

7. MODULO DE RESILIENTE DE LA SUB-RASANTE

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 3.0% pero menores a 7.2%

M_{R1} = 1500* CBR

M_{R1} = 1500 * (3.6)

M_{R1} = 5400 psi

M_{R1} = 37.23 Mpa

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

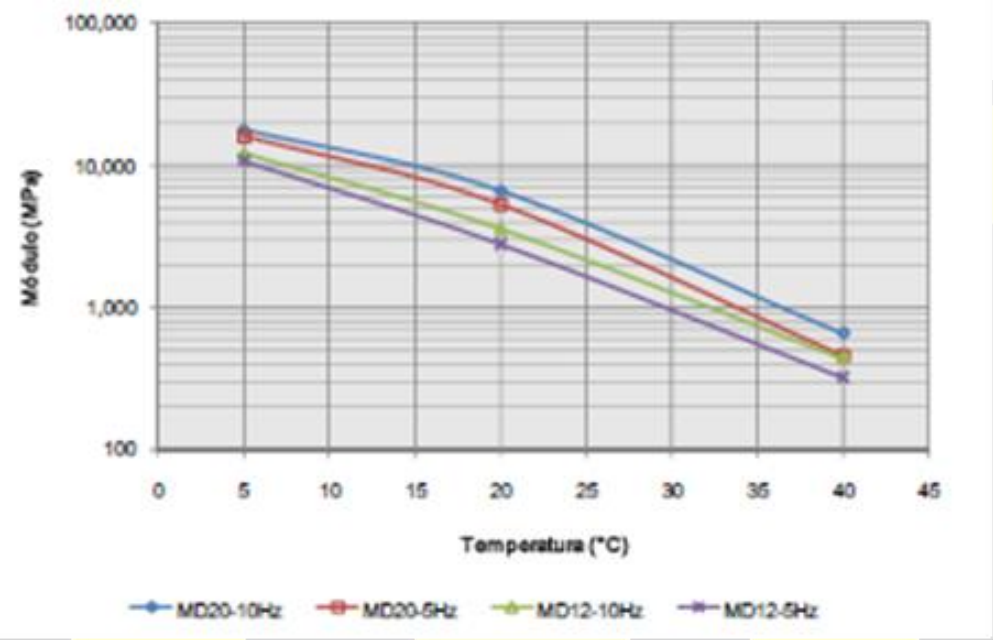
Previo al dimensionamiento de espesores, se hace necesario caracterizar los materiales contemplados en cada alternativa propuesta con base en los requerimientos técnicos mínimos contemplados en las Especificaciones Técnicas de Materiales y Construcción del INVIAS 13, aspectos descritos a continuación.

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

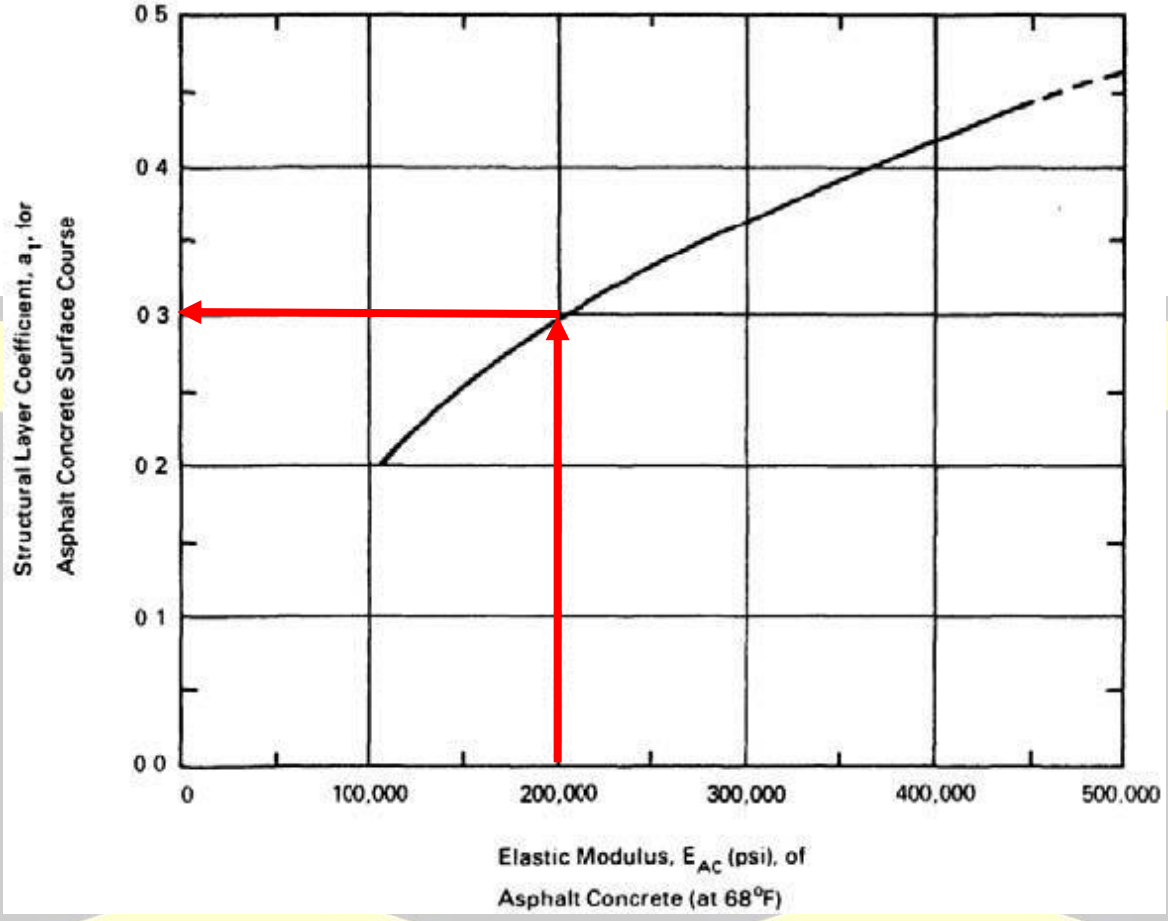
Grafico No. 1 Módulos dinámicos de mezclas asfálticas por laboratorio de acuerdo a la temperatura.



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.

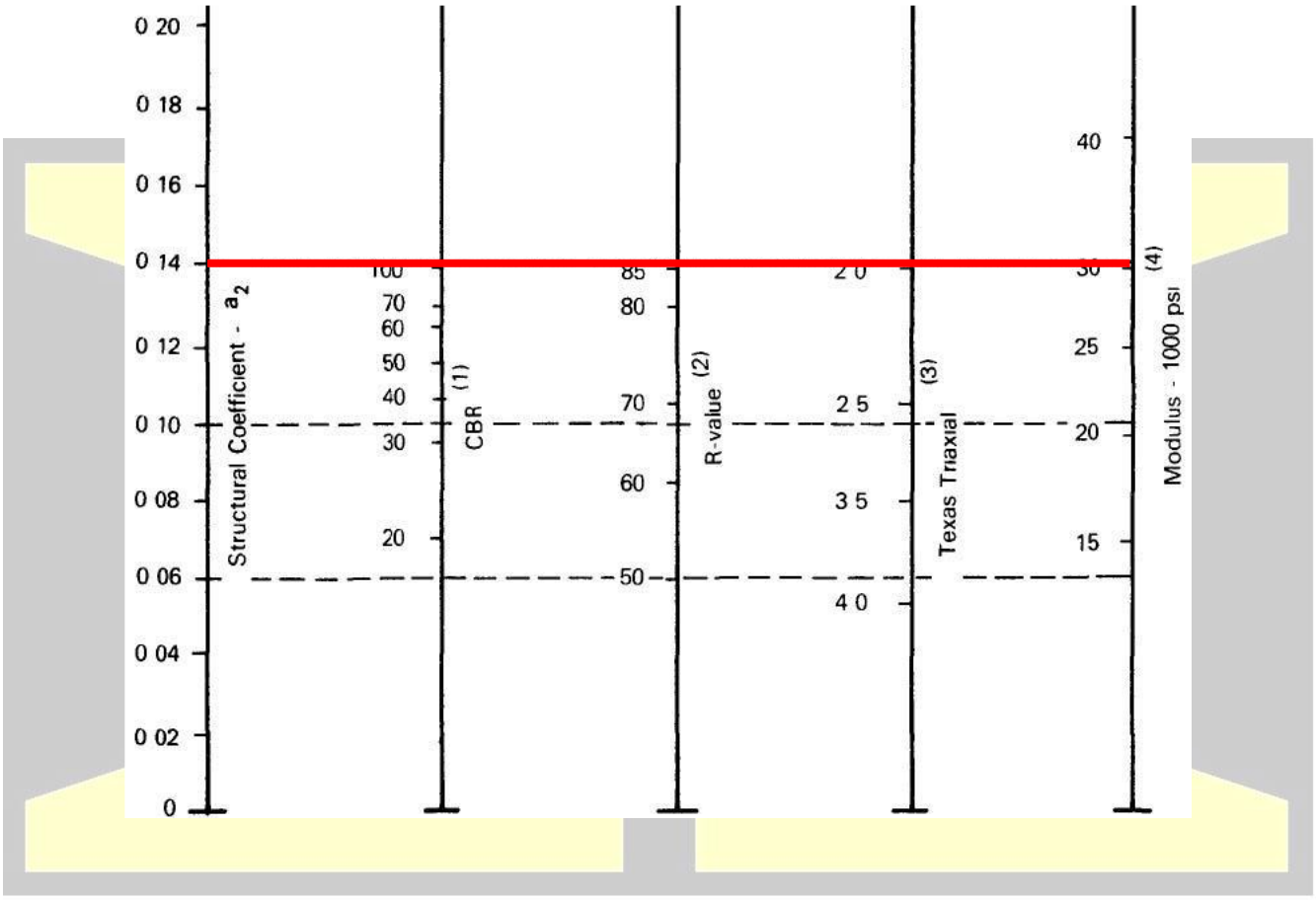


Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

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).

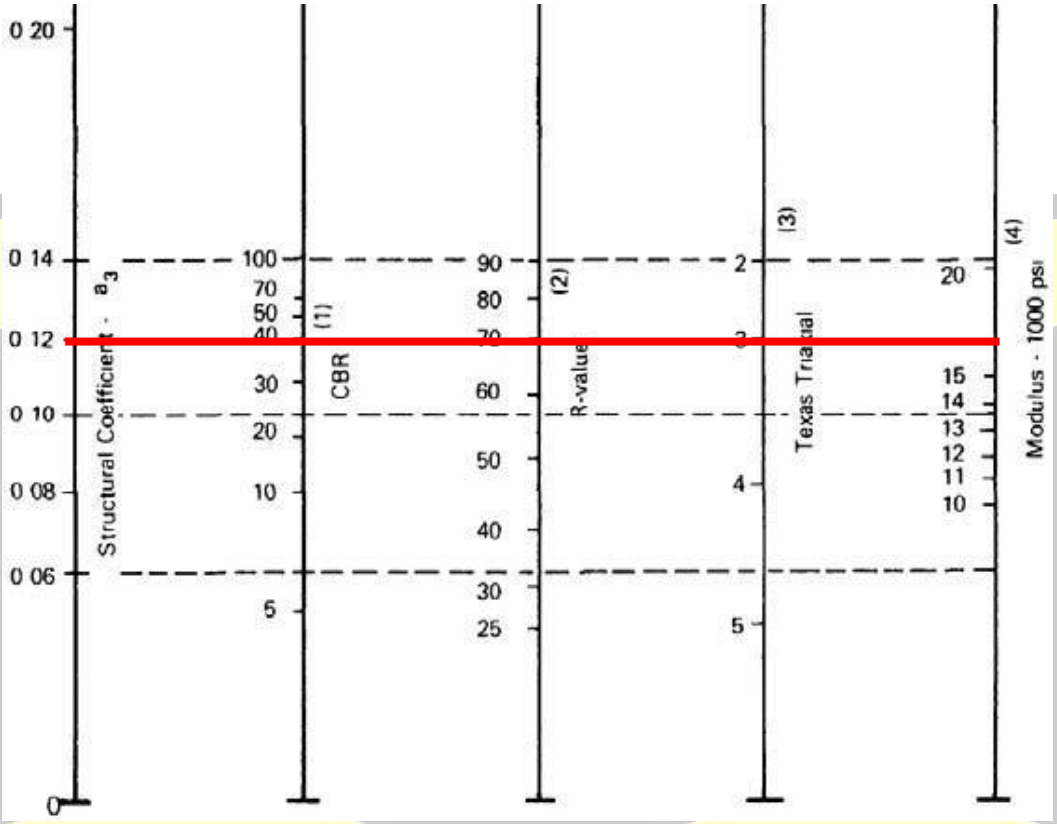
Grafico No. 3 Carta para estimar el coeficiente de aporte de bases granulares



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 = 2.065.000 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

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

$$\Delta PSI = 2.2$$

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES

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

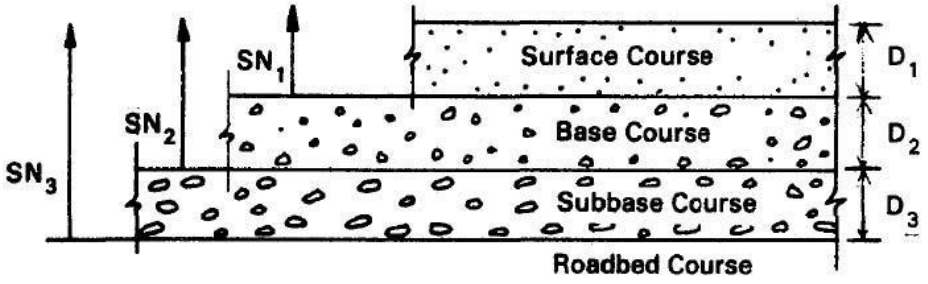
Coeficientes estructurales y de drenaje

Material	Módulo [MPa]	Coeficiente de aporte	Coeficiente de drenaje
Mezcla densa en caliente	1379	0.30	1.00
Base granular	210	0.14	1.00
Sub base granular	120	0.13	1.00

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

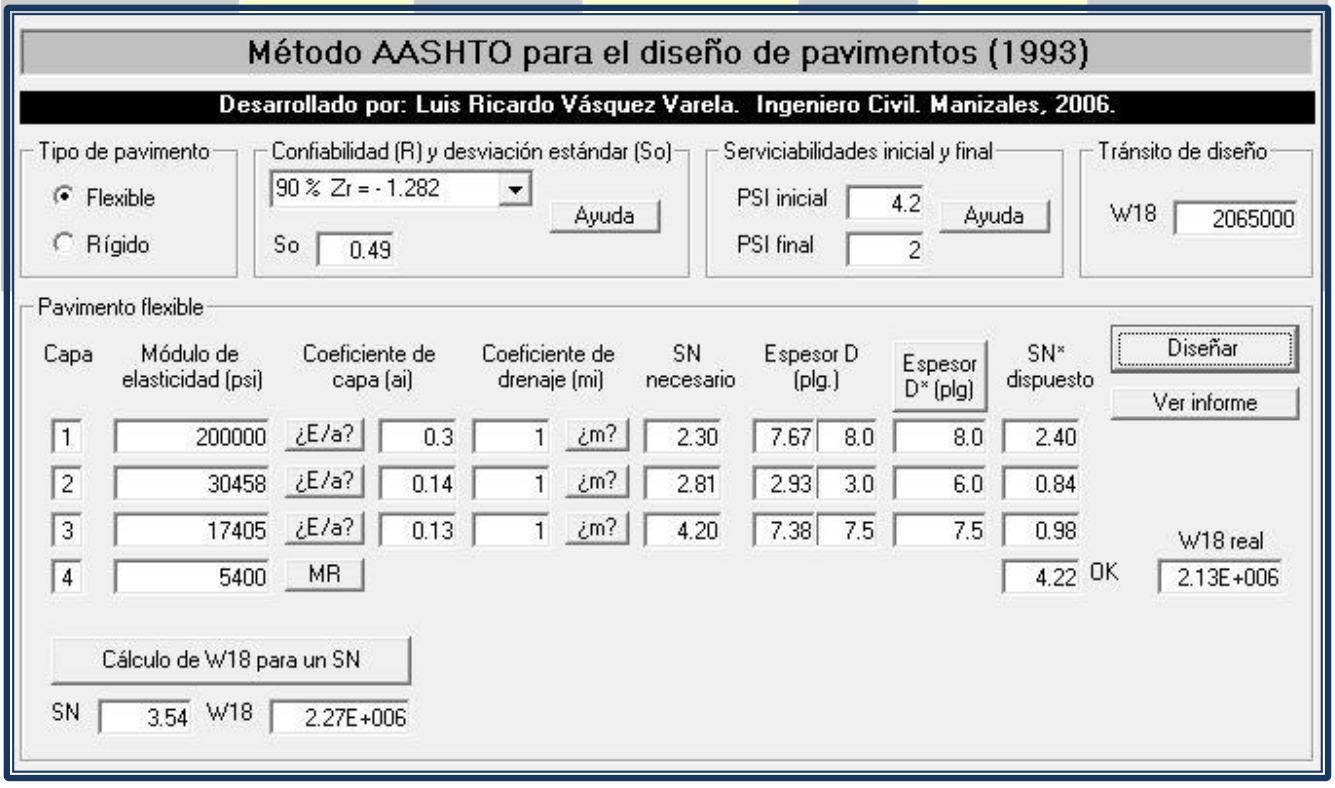
D_i: espesor, in

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	37.23	5400	2.065.000

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

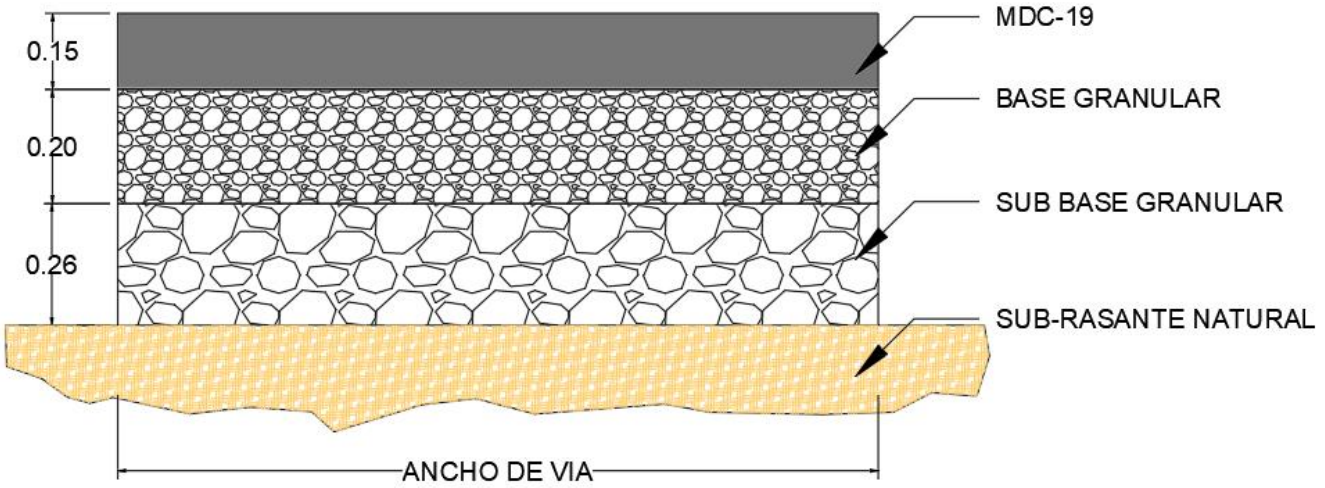


De acuerdo a los parámetros calculados con la ecuación de la AASHTO, el número estructural requerido es de 4.20, y los espesores requeridos se indican en el análisis a continuación:

ALTERNATIVA PAVIMENTO FLEXIBLE

CALLE 2 ENTRE AVENIDA 6 Y 8 ESTRUCTURA CONVENCIONAL TRI CAPA							
CBR =			3.60%	MR =		5400 PSI	
N =			2,065,000	SN =	4.2	SUELO =	VARIOS
SN NECESARIO		MODULO PSI	APORTE	COEF DREN	ESPESOR EVALUADO CM	ESPESOR EVALUADO PULG	SN DISPUESTO
SN TOTAL	4.2						
SN CA 19 +25	2.30	200,000	0.300	1	15	5.91	1.773
SN BASE EST BEC	2.81	30,458	0.140	1	20	7.87	1.102
SN SUB BASE	4.2	17,405	0.130	1	26	10.24	1.331
			ESPESOR TOTAL		61		4.206

ALTERNATIVA ESTRUCTURA PAVIMENTO FLEXIBLE

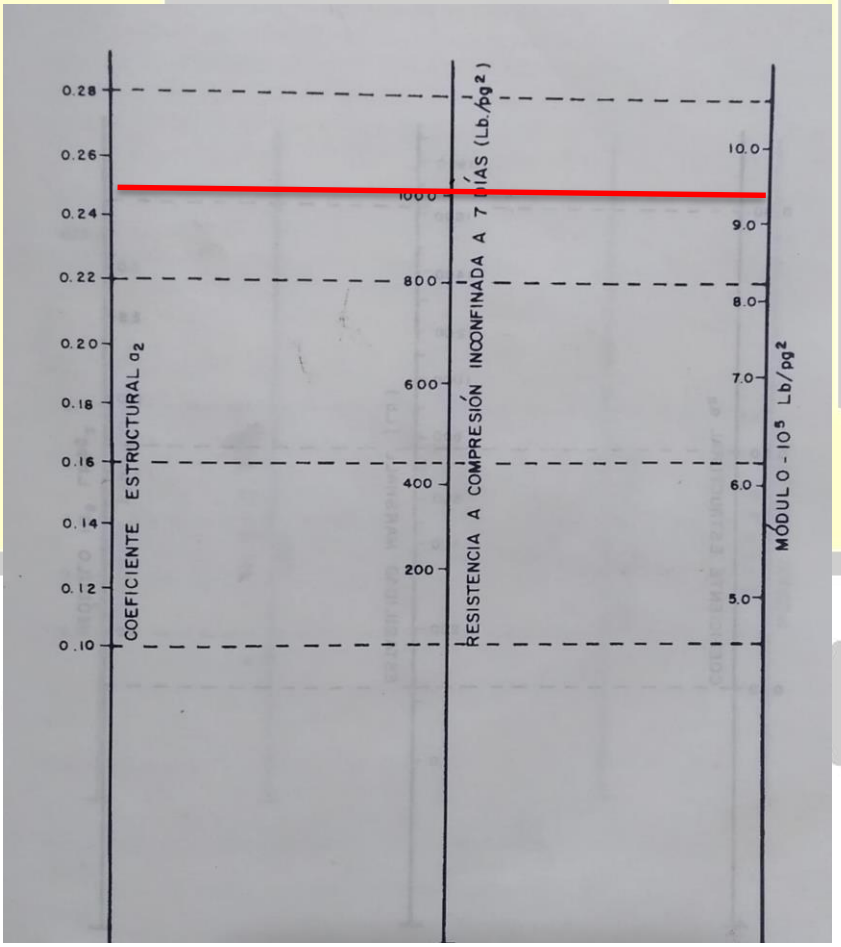


Teniendo en cuenta que no existe un catastro de redes, así como tampoco evidencia de actualizacion de redes en el subtramo analizado, se hace necesario reducir la altura de la estructura del pavimento, con el fin de garantizar la estabilidad de las redes de acueducto,

alcantarillado, gas, entre otras.

Para tal fin se propone una estructura bi-capa reemplazando los granulares por una base estabilizada y aumentar el espesor de la capa asfaltica.

Para la base estabilizada y tomando con base la norma 351-13 del INVIAS, se trabajará con una base estabilizada con cemento para un resistencia a la compresion a los 7 dias de 7 MPa, los cuales, equivalen a 1015 PSI



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

Manteniendo el SN de 3.5, y haciendo la distribución de espesores, tenemos:

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

CALLE 2 ENTRE AVENIDA 6 y 8 ESTRUCTURA BI CAPA BEC							
CBR =			3.60%	MR =		5400 PSI	
N =			2,065,000	SN =	4.2	SUELO =	VARIOS
SN NECESARIO		MODULO PSI	APORTE	COEF DREN	ESPESOR EVALUADO CM	ESPESOR EVALUADO PULG	SN DISPUESTO
SN TOTAL	4.2						
SN CA 19 +25	2.30	200,000	0.300	1	15	5.91	1.773
SN BASE EST BEC	2.81	63,000	0.250	1	25	9.84	2.460
SN SUB BASE	4.2	17,405		1		0	0.000
			ESPESOR TOTAL		40		4.233

Aumentando el espesor de la cap asfaltica hasta 15 centimetros, construyendo una capa asfaltica de base en MDC25 de 8 centimetros de espesor y una capa asfaltica de rodadura de 7 centimetros, ligando las dos con una malla de refuerzo, tenemos:

ESTRUCTURA BASE

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN	
cm	pulg		(Kg/cm2)	(PSI)	(-)	(-)	SN_i	SN_{acum}
15	5.91	CAPA ASFÁLTICA NUEVA	14.000	200000	0.305	1	1.80	4.26
25	9.84	BASE ESTABILIZADA	63.000	900000	0.25	1	2.46	2.46
		Subrasante	360	9150				

DISEÑO CUMPLE 100%

Estructura mejorada

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN	
cm	pulg		(Kg/cm2)	(PSI)	(-)	(-)	SN_i	SN_{acum}
7	2.76	CAPA ASFÁLTICA NUEVA	14.000	200000	0.305	1	0.84	3.87
		Fortgrid Asphalt 160						
8	3.15	CAPA ASFÁLTICA EXISTENTE	14.000	200000	0.305	1	0.96	3.03
21	8.27	BASE ESTABILIZADA	63.000	900000	0.25	1	2.07	2.07
		Subrasante	610	9150				

DISEÑO CUMPLE 100%

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

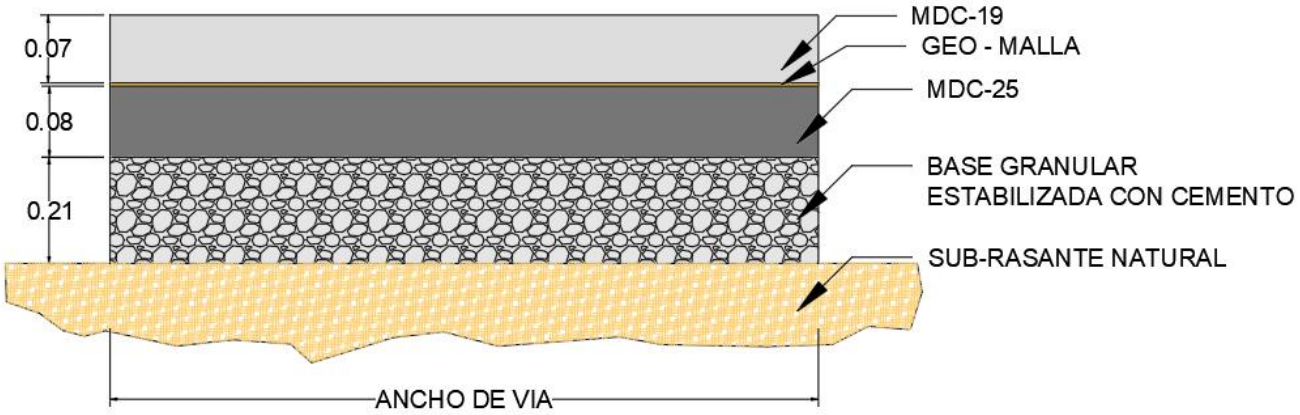
Capa	Especificación
Mezcla Densa en caliente	MDC19-25 (Artículo 450-22)
Base granular Estabilizada	BCE (Artículo 351-22)
Geo-Malla	Resistente al corte en la interface de capas asfálticas

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.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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-25	8	INVIAS 450-22
	BEC	21	INVIAS 351-22

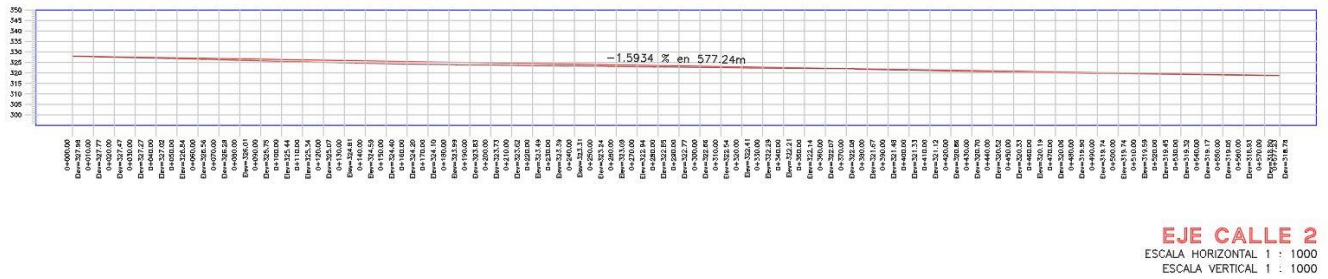


ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

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

Durante la etapa constructiva se recomienda mantener la pendiente longitudinal, la cual es del -1.59% tomando como punto de inicio la intersección de la calle 2 con la avenida 10;

manteniendo esta pendiente longitudinal, se recomienda hacer la sección transversal con un bombeo máximo del 2%, con esto se distribuiría, en época de lluvias, la escorrentía superficial hacia los bordes de la vía.



Pendiente longitudinal

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 estabilizada con cemento según artículo INVIAS 3510 de 2022.
Geo – Malla Resistente al corte en la interface de capas asfálticas

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.

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.

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.

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.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

IGI INGENIERIA

ANEXO ESTUDIO DE SUELOS

INGENIERIA

2023

"DIAGNOSTICO, CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA FASE IV"



DIAGNOSTICO, CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO SAN JOSÉ DE CÚCUTA, FASE IV DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

San José de Cúcuta, noviembre del 2023

San José de Cúcuta, noviembre 28 de 2023

Señores:
TECNICOS ESPECIALISTAS & INGENIEROS INDUSTRIALES ASOCIADOS S.A.S. - TECNISA S.A.S.
N. de S.

Ref.: Diseño de Pavimento. Proyecto: "DIAGNOSTICO, CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA FASE IV, NORTE DE SANTANDER"

Respetados Srs;

En el siguiente informe encontraran los aspectos relacionados con la investigación de campo y ensayos de laboratorio realizados, la descripción y el análisis de las condiciones de suelos hallados y las respectivas recomendaciones de cimentación y medidas de tratamiento de los suelos que hemos considerado pertinentes desde el punto de vista ingenieril (Geotécnico y Pavimentos) para garantizar la estabilidad del Proyecto contemplado en la calle 2 entre la avenida 10 y la Diagonal Santander, en la zona centro de la ciudad.

Cualquier inquietud relacionada con el contenido del presente informe, así como cualquier otra relacionada con la cimentación de la obra a ejecutarse en el predio en mención, tendré el mayor gusto en aclararla o ampliarla en caso necesario.

Atentamente,



JESUS RAMON SANCHEZ DURAN
Ing. Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes
Matrícula Professional No. 54202 – 216973

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO 5

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO Y EL SITIO DE ESTUDIO 5

2.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO 5

3. PARAMETROS PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO 6

3.1 VARIABLES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO 6

3.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA 7

3.2.1 TRABAJO DE CAMPO 7

3.2.2 PERFIL TIPICO Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS 7

3.2.3 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO 8

3.2.4 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS 9

3.2.5 NIVEL FREATICO 10

3.2.6 RESISTENCIA DEL SUELOS, CBR 10

3.2.7 MEDIDAS PARA LA SUB-RASANTE 11

3.2.8 TIPO DE SUB-RASANTE 11

4. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE 13

4.1 DRENAJES 14

4.2 FUENTES DE MATERIALES 14

5. LIMITACIONES 15

1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

El siguiente estudio tiene como objetivo realizar el estudio de suelos para la estructura de pavimento en pavimento flexible para la calle 2 entre la avenida 10 y la Diagonal Santander, en la zona centro del Municipio de Cúcuta, Norte de Santander, que en la actualidad presenta superficie de rodadura con evidentes fallos, posiblemente debido a la deficiencia de obras de drenajes, que han ocasionado la saturación parcial de los materiales de subrasante, generando posibles cambios volumétricos o deformaciones sobre la estructura actual. La presencia de vegetación cercana al borde de la vía indica una saturación constante durante las épocas invernales de la rasante, generando como necesidad inmediata una intervención de reparación y una nueva estructura de pavimento en la mayor parte de la zona de estudio.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO Y EL SITIO DE ESTUDIO

El proyecto corresponde a la pavimentación de la calle 2 entre la avenida 10 y la Diagonal Santander, en la zona centro del municipio de Cúcuta, la cual posee una estructura de pavimento flexible con evidentes fallos, incluso en algunos puntos se evidencia deterioro total de la estructura actual y deficiencias en obras de drenaje. Existen andenes y sardineles definidos para confinar la vía actual, se recomienda validar las medidas correspondientes con los entes municipales, se recomienda usar como mínimo 1.0 m de andén o lo establecido en el EOT del municipio. La longitud a intervenir es de 577 m metros lineales de vía. En los costados de la vía se encuentran las viviendas y edificaciones comerciales de la zona. La superficie del terreno es de pendiente medianamente ligera entre 3-5% en algunos tramos, sin presencia de obras de drenaje.

2.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO

La zona de estudio queda definida al norte del casco urbano del Municipio de Cúcuta, específicamente la vía a intervenir calle 2 entre la avenida 10 y la Diagonal Santander, es colindante con viviendas y edificaciones comerciales de la zona. El mejoramiento y repavimentación de la vía es un desarrollo importante para esta zona del Municipio, y se espera que tenga un tránsito atraído importante dado corresponde a una zona céntrica y comercial de la ciudad. En la Figura 1, se muestra la localización general del sitio referenciado desde la cabecera del municipio.

Figura 1. Localización Satelital del proyecto.



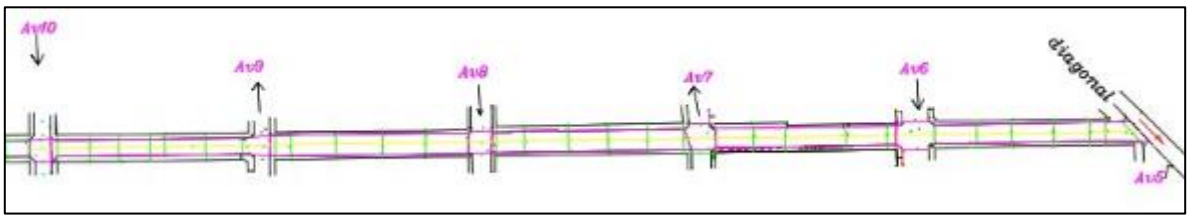
3. PARAMETROS PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO

3.1 VARIABLES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

- **Evaluación Geotécnica.** En el diseño y la construcción de la estructura de un pavimento se hace necesario conocer las características del terreno que servirá como fundación; se debe conocer la estratigrafía del subsuelo y las propiedades físicas y mecánicas de los estratos que lo componen, esta información se obtiene de las pruebas de campo y de laboratorio. Se procedió a tomar la información realizando en el estudio de suelos para el diseño de pavimento en el municipio, esta variable es arrojada por ensayos de campo y laboratorio como clasificación (granulometría y plasticidad), CBR de campo (Penetración Dinámica de Cono), Modulo de reacción de la subrasante.

- Transito. Según la información suministrada se proyecta un pavimento para la circulación de vehículos livianos y camiones del tipo C2 pequeño, C2 grande y ocasionalmente C3 y C3-S3. No se cuenta con información detallada del tipo, número de vehículos y peso de ejes de los camiones sobre la vía.

Figura 2. Localización general del proyecto.



3.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

3.2.1 TRABAJO DE CAMPO

Para la obtención de la información geotécnica básica para identificar el tipo de suelo se hicieron investigaciones de campo y laboratorio que comprenden la ubicación, profundidad y número de las perforaciones teniendo en cuenta el siguiente cuadro[1];

Tabla 1. Criterios para la ejecución de perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos.

Tipo de zona	Espaciamiento(m)	Profundidad(m)
1. Carreteras	250 - 500	1.50
2. Pistas de aterrizaje.	A lo largo de la línea central, 60-70m	*Cortes:* -3m debajo de la rasante *Rellenos:* -3m debajo de la superficie existente del suelo.
3. Otras áreas pavimentadas.	1 perforación cada 1.000 m^2	*Cortes:* 3m debajo de la rasante. *Rellenos:* 3m debajo de la superficie existente del suelo.
4. Préstamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material.	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo.

Para la Condición del proyecto, el trabajo de reconocimiento en campo realizado corresponde a dos apiques (2) a profundidades 0.60 m – 1.00 m.

3.2.2 PERFIL TIPICO Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS

El perfil típico encontrado en la zona en estudio se puede resumir de la siguiente manera:

I. Capa de rodadura. Pavimento asfaltico.
II. Mejoramiento en material granular. Densidad firme a muy firme, con un espesor variable de 0.10 a 0.20 metros.

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

III. Arena limosa con presencia de fragmentos de gravas de densidad suelta, color marrón claro amarillento, Humedad (w): 2.41-6.92% Límite líquido (wl): Nulo; límite plástico (wp): Nulo; índice de plasticidad (Ip): Nulo. Porcentaje de finos: 35.46-41.92%. Clasificación U.S.C como SM, Clasificación AASHTO como grupo: A-4, correspondiente a materiales con soporte medio como subrasante. Humedad baja

Figura 3. Ubicación general de sondeos.

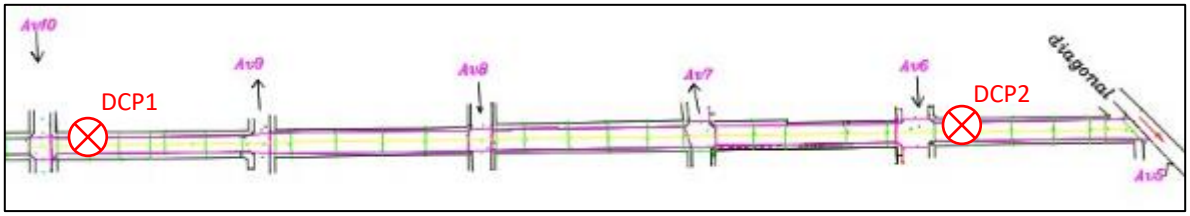


Tabla 2. Georreferenciación de sondeos.

DCP	NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m.)
1	1365053.78	841972.94	305.20
2	1365060.80	842431.22	305.40

3.2.3 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

3.2.3.1 El contenido de humedad natural a lo largo del perfil explorado es bajo (2.41<%W<6.92).

3.2.3.2 En general, según los análisis granulométricos realizados, prevalecen los suelos finos granulares, predominantemente areno limosos.

3.2.3.3 Según la composición granulométrica y los límites de Atterberg, las capas de suelos finos del perfil superficial investigado se clasifican de acuerdo a la U.S.C. como arenas limosas no plásticas de tipo SM.

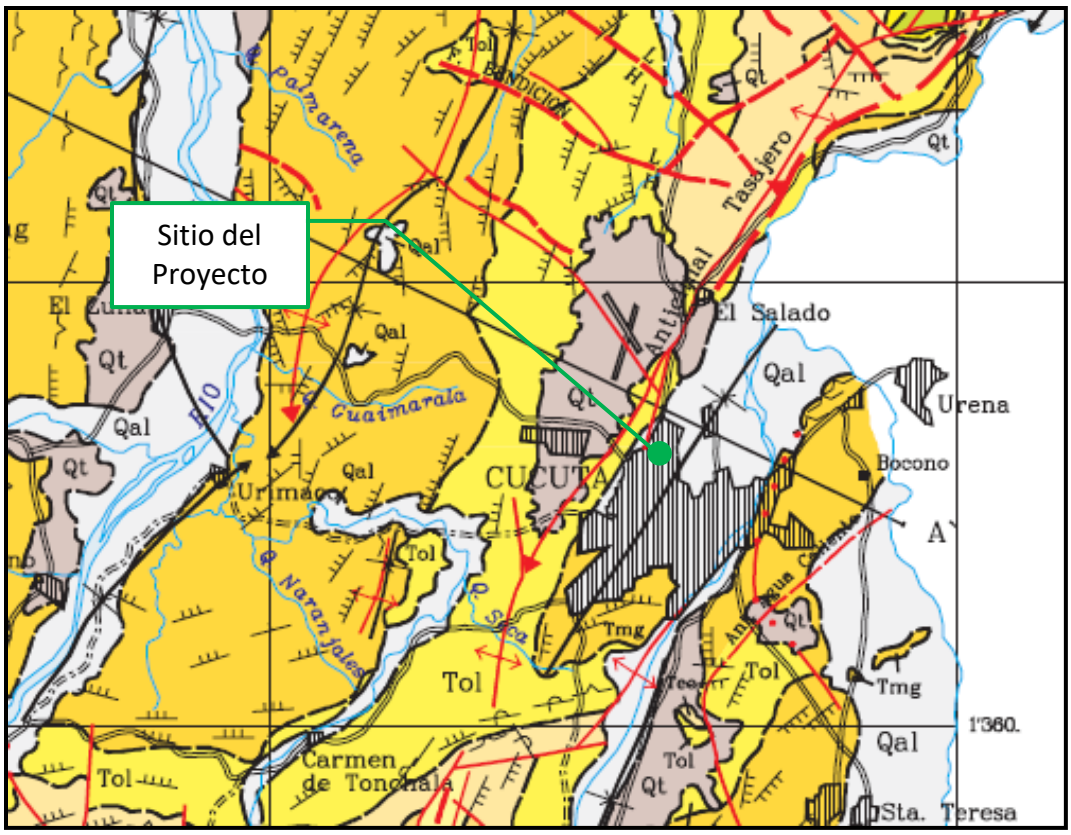
3.2.3.4 El grado de plasticidad de las capas superficiales, es nulo.

3.2.3.5 SUELOS POTENCIALMENTE EXPANSIVOS. Como lo demuestran los ensayos realizados a las muestras tomadas en las exploraciones de campo los materiales de subrasante no presentan plasticidad lo que permite descartar potenciales expansivos o cambios volumétricos de los materiales en la zona de estudio.

3.2.4 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

En el área poblada de la ciudad de Cúcuta, la geología está caracterizada por unidades sedimentarias terciarias, constituidas principalmente por argilitas y areniscas friables, plegadas en intensamente tectonizada, y por unidades cuaternarias aluviales y coluviones.

Figura 4. Geología regional de la zona.



El sitio del proyecto se localiza en la denominada “terraza inferior de Cúcuta” que se desarrolla a partir del puente Jorge Gaitán Durán hacia la confluencia de los ríos pamplonita y Táchira (Qt, Qal), estos depósitos corresponden al pleistocénicos y más recientes que se distribuyen a lo largo de los valles de los ríos, aquellos que se encuentran en las terrazas levantadas por tectónismo. Se encuentra caracterizado por dos niveles litológicos, el inferior constituido por depósitos fluviales y aluviales pertenecientes al cuaternario (formaciones recientes) conformados por capas alternadas de suelos granulares que son depósitos antiguos de origen torrencial, en dónde son apreciables los tamaños que van desde los cantos rodados hasta las arenas pasando por los diferentes tamaños de las gravas, todos estos gruesos de forma redondeada y de estructura muy dura, de naturaleza sedimentaria. El nivel superior constituido por sedimentos areno limosos de coloración

marrón con tendencia tonos marrón de espesores variables qué puede alcanzar en algunos casos los 3 o 4 metros, estos son depósitos de suelos finos productos del arrastre o erosión.

3.2.5 NIVEL FREATICO

No se encontró presencia de aguas freáticas en las exploraciones realizadas. Acorde a las condiciones topográficas, climáticas y geomorfológicas del sitio del proyecto, se estima que la posición de estas aguas freáticas promedia por debajo de los 6.00 metros con respecto al nivel actual del terreno del proyecto.

3.2.6 RESISTENCIA DEL SUELOS, CBR

El CBR es una medida del esfuerzo cortante del suelo, bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El valor del CBR se obtiene sometiendo una muestra representativa del suelo de subrasante, a un ensayo de penetración de un pistón normalizado, en el estudio del presente proyecto se obtuvo por medio de correlación con el ensayo de Penetrómetro de Cono Dinámico (DCP)[2]. El anexo de este informe presenta las pruebas realizadas, el resumen de los valores obtenidos de CBR obtenidos para el sitio, se muestran en la tabla.

Tabla 3. Resultados ensayos CBR de campo y laboratorio.

DCP	%CBR	PENETRACIONES POR GOLPE
1	5.5	5-15 mm
2	3.0	10-25 mm

Se evidencia que a lo largo de la zona de estudio existen penetraciones por golpe del orden 5-25 mm, presentándose valores de % CBR medios a bajos, en condiciones de humedad baja y sin presencia de escorrentía durante los días en que se realizaron los ensayos. Sin embargo, en condición crítica (saturada) se esperan % CBR bajos.

Para el presente estudio se ha tomado la determinación, por seguridad en la estabilidad de la estructura del pavimento, de tomar el menor de los valores de los ensayos realizados para determinar el CBR. Considerando la probable saturación del suelo por aguas lluvias, se tomará para el CBR de la subrasante una capacidad de soporte de CBR = 3 % considerada como media-baja.

[2] Ver Anexo. Análisis de Ensayos DCP.

3.2.7 MEDIDAS PARA LA SUB-RASANTE

Según la disposición del proyecto se dan las siguientes recomendaciones geotécnicas:

- Estabilización mecánica: retiro de carpetas deterioradas y rellenos granulares superficiales (0.20 metros de espesor) y reemplazo por materiales seleccionados. Pueden ser gravas y arenas naturales explotadas de río, o material granular de cantera mezcladas con un material aglutinante (arcilla-arenosa de baja plasticidad) en una proporción de 3:2 (grava: arcilla), o en su defecto, recebos explotados de Cantera. El equipo de compactación apropiado al caso, debe ser del tipo vibro-compactador autopropulsado de peso mínimo de 12.0 ton.
- La estabilización mecánica se debe comenzar desde la cota -0.20 m (o hasta encontrar el mando de arenas limosas con fragmentos de gravas color marrón claro amarillento) del nivel actual de vía y escarificar al menos 10 cm de material de subrasante presente que corresponde según las exploraciones a arenas limosas de densidad suelta.
- Para la conformación de rellenos artificiales para control de pendientes de la vía, se empleará material granular seleccionado, tipo recebo, según las especificaciones Invías 300, 320; (densidad mínima del 95% de la máxima del ensayo Proctor modificado) o en su defecto material producto de excavación debidamente disgregado y homogenizado.

3.2.8 TIPO DE SUB-RASANTE

Se encuentran en el sitio arenas limosas con presencia de fragmentos de grava, color marrón claro amarillento. Se recomienda colocar una capa de base granular de un espesor mínimo de 15 cm. Para el conjunto Sub rasante - base granular, teniendo en cuenta las consideraciones de la tabla 4, muestra en general valores medios, equivalentes a un módulo K de 26 MPa/m a 49 MPa/m.

Tabla 4. Efectos de la base granular sobre los valores de k.

Módulo K		Módulo K de Subbase/Subrasante											
Subrasante		100 mm		150 mm		200 mm		225 mm		250 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3	MPa/m	Lb/pulg^3
20	73	23	85	26	96	30,0	110,0	32	117	34,0	124,7	38	140
40	147	45	165	49	180	54	200	57	210	60	221,7	66	245
60	220	64	235	66	245	72,7	268,3	76	280	80,7	296,7	90	330
80	295	87	320	90	330	96,7	356,7	100	370	105,7	390	117	430

Tabla 5. Clasificación subrasante según clasificación del tipo de suelo. (AASHTO).

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3[A]	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.[B]
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

[A] La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

[B] El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menos que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Para el presente proyecto se adopta un espesor mínimo de base de 15 cm. Dado que existen buenas condiciones geotécnicas para la subrasante del proyecto el módulo de reacción del conjunto subrasante-sub-base granular se toma igual a 35 Mpa/m.

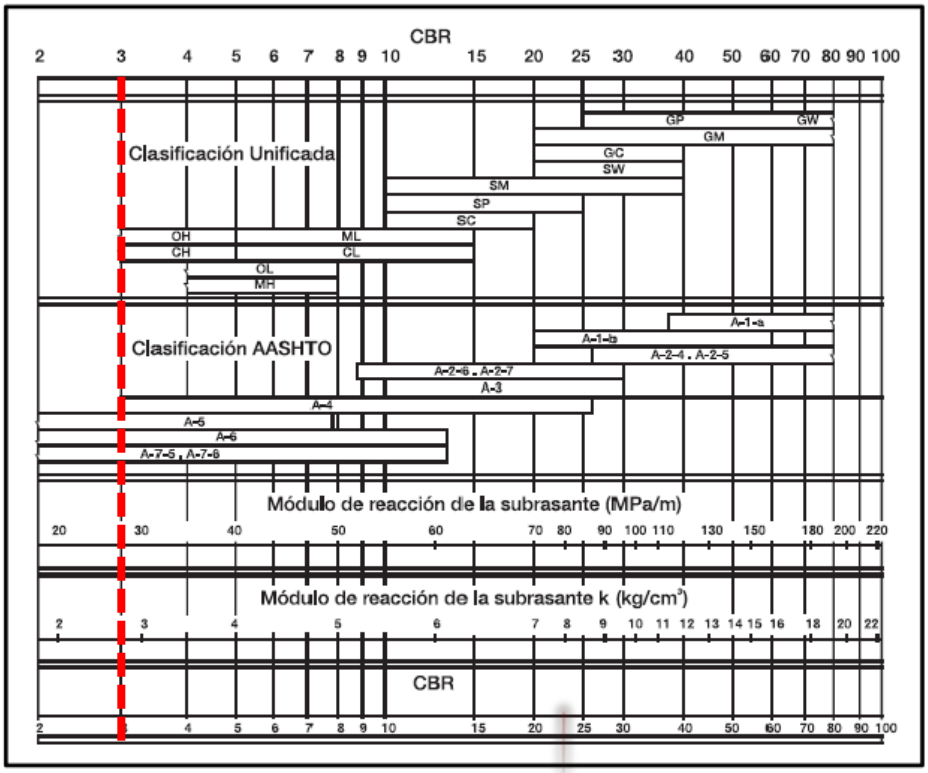
Clasificación de la Subrasante[3].De acuerdo a las recomendaciones dadas en el sub numeral 3.2.7 de este informe de estudio de suelos. El valor de k (coeficiente de soporte) corresponde a un valor de 35 MPa/m, por lo cual se recomienda clasificar al material en el rango de soporte MEDIO.

Tabla 6. Tipo de Subrasante.

TIPO DE SUELO	SOPORTE	RANGO DE VALORES k Mpa/m DE K Mpa/m
Suelo de grano fino en los que predominan partículas del tamaño del limo y la arcilla	BAJO	20 - 34
Arenas y mezclas de grava y arena con cantidades moderadas de limo y arcilla	MEDIO	35 - 49
Arenas y mezclas de grava y arena libres de finos plásticos	ALTO	50 - 60
Subbases tratadas con cemento	MUY ALTO	70 - 110

[3] Ver tabla 6. Tipo de subrasante.

Tabla 7. Clasificación de Subrasante por Módulo de reacción y % CBR.



4. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Se deben adoptar y utilizar las especificaciones de construcción del INVIAS;

Artículo 231. Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil.

Artículo 300. Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbase, granulares y bases granulares y estabilizadas.

Artículo 310. Conformación de la calzada existente.

Artículo 320. Subbase granular.

Art. 330. Norma para Bases Granulares.

Art. 410. Cementos asfálticos.

Art. 450. Mezcla densa en caliente. Concreto asfáltico.

Art. 500. Pavimentos de Concreto hidráulico.

Artículo 672. Bordillos.

Artículo 700. Líneas de demarcación y marcas viales.

Artículo 710. Señales verticales de tránsito.

4.1 DRENAJES

Las vías presentan deficiencias de drenaje por estar ubicada en una zona céntrica de la ciudad. Se recomienda hacer un manejo adecuado de las aguas lluvias con el fin de lograr la evacuación rápida de la escorrentía hacia el canal Bogotá o los drenajes planeados de la zona, evitando que se estanque sobre la capa de rodadura deteriorándola. De manera especial se recomienda realizar un levantamiento topográfico detallado, con el fin de que las pendientes de la rasante de la vía permitan el drenaje superficial de las aguas. De ser necesario, se deberá prever la construcción de sumideros y alcantarillado de agua lluvias, el cual debe diseñarse considerando la necesidad de su mantenimiento continuo.

4.2 FUENTES DE MATERIALES

El proyecto se localiza dentro del casco urbano de la ciudad de Cúcuta. En los cerros cercanos a la ciudad no se cuenta con materiales de cantera adecuados para su explotación como capas de Base y Subbase para la construcción de la vía. La materia prima empleada en el perímetro urbano de Cúcuta proviene de la trituración y clasificación de los materiales de arrastre de los Ríos Pamplonita y Táchira, los cuales son suministrados por diversas empresas trituradoras de la región. Estas empresas cuentan con los correspondientes permisos de la Autoridad Ambiental para su explotación. La calidad de estos materiales según la experiencia local, cumple con los requisitos mínimos del INVIAS dados por las especificaciones de materiales para la construcción de vías.

De resultados de pruebas realizadas sobre estos materiales para diferentes proyectos de pavimentación en la ciudad de Cúcuta, se tiene como resumen las siguientes propiedades físico-mecánicas:

Plasticidad: no presenta

Granulometría: variable, dependiendo del proceso de producción y depositación en la fuente de extracción. Por lo general dentro de la fabricación del material se logra obtener granulometrías acordes con la especificación INVIAS.

Desgaste máquina de los ángeles: 35 a 42%.

Equivalente de Arena: 28 a 45%

CBR: 40% a 80% material de Sub-Base. Al 95% del Proctor modificado. Mayor a 100% para material de Base Triturada. Al 100% del Proctor modificado.

Se requiere sin embargo que en el momento de realizar la construcción se realicen los controles mínimos para garantizar su calidad, en especial la granulometría del material a emplear.

Como alternativa para rellenos se tiene además grava de Río, suministrada por proveedores autorizados para su explotación o materiales de canteras gravo-arcillosas que se presentan en cerros cercanos a la ciudad. De igual manera se cuenta con materiales de tipo calcáreo proveniente de la cantera El Suspiro en el municipio de los patios, el cual cumple especificaciones del INVIAS como material para rellenos de la vía. Al igual que para el caso de las capas de Base y subbase, se requieren establecer controles de calidad de los materiales utilizados como relleno durante la construcción de la vía.

5. LIMITACIONES

El presente informe se basa en los resultados de las visitas de campo, pruebas de laboratorio e inspección realizadas. Es evidente que dada la heterogeneidad de las capas de suelos encontradas puedan presentarse variaciones importantes en las características de los suelos que puedan afectar el comportamiento de la vía y las soluciones y diseños planteados. Por lo tanto, cualquier variación con relación a lo aquí planteado, que se observe durante la etapa de construcción, deberá ser informado oportunamente para realizar los correctivos que sean del caso.



JESUS RAMON SANCHEZ DURAN
Ing. Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes
Matrícula Professional No. 54202 – 216973

ANEXOS

A. Perfiles estratigráficos de los sondeos

B. Resultados ensayos DCP de campo.

C. Resultados ensayos de laboratorio.

ANEXO A. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE LOS SONDEOS

PERFIL ESTRATIGRÁFICO
APIQUE No. 1 - AV 10 CALLE 2

OBRA	Av 10 Calle 2	PROF. NIVEL FREÁTICO	N/A
SITIO	Cúcuta, Norte de Santander	PROF. TOTAL SONDEO	1,00 m
		FECHA INICIACIÓN	16/11/2023
EQUIPO	Apique Manual		

Escala pulg (m)	Estrato	REGISTRO FOTOGRAFICO	N	Clasificación USC	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
				0,10 m	Asfalto	
				0,20 m	Base Granular	
18 (0,50m)				SM	Arena limosa con fragmentos aislados de gravas, color marron daro amarillento, humedad baja, plasticidad nula, densidad suelta.	
36 (1,0m)				1,0 m		TP

ARCILLA LIMOSA	ARENAS LIMOSAS	TURBA
GRAVAS ARCILLOSAS	LIMOS	LIMOS ARCILLOSOS
GRAVAS MAL GRADADAS	ARENAS BIEN GRADADAS	ARENAS UNIFORMES
GRAVAS ARENO-LIMOSAS	ARENAS GRAVOSAS	ARCILLA ARENOSA
GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS	ARENAS ARCILLOSAS	ARCILLAS ORGÁNICAS

MUESTRA ALTERADA	RTb	Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno.
MUESTRA SEMI-ALTERADA	RTt	Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras.
MUESTRA INALTERADA	R	Rechazo
	TP	Tubo Partido

PERFIL ESTRATIGRÁFICO
APIQUE No. 2 - AV 6 CALLE 2

OBRA	Av 6 Calle 2	PROF. NIVEL FREÁTICO	N/A
SITIO	Cúcuta, Norte de Santander	PROF. TOTAL SONDEO	1,00 m
		FECHA INICIACIÓN	16/11/2023
EQUIPO	Apique Manual		

Escala pulg (m)	Estrato	REGISTRO FOTOGRAFICO	N	Clasificación USC	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
				0,10 m	Asfalto	
				0,20 m	Base Granular	
18 (0,50m)				SM	Arena limosa, color amarillento, humedad baja, plasticidad nula, densidad suelta.	
36 (1,0m)				1,0 m		TP

ARCILLA LIMOSA	ARENAS LIMOSAS	TURBA
GRAVAS ARCILLOSAS	LIMOS	LIMOS ARCILLOSOS
GRAVAS MAL GRADADAS	ARENAS BIEN GRADADAS	ARENAS UNIFORMES
GRAVAS ARENO-LIMOSAS	ARENAS GRAVOSAS	ARCILLA ARENOSA
GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS	ARENAS ARCILLOSAS	ARCILLAS ORGÁNICAS

MUESTRA ALTERADA	RTb	Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno.
MUESTRA SEMI-ALTERADA	RTt	Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras.
MUESTRA INALTERADA	R	Rechazo
	TP	Tubo Partido

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS EXPLORACIONES DE CAMPO	
	
APIQUE 1	DCP 1
	
APIQUE 2	DCP 2

Resumen Resultados de Laboratorio													
APIQUE	Muestra	Prof. (m)	w%	LL	LP	IP	%Grava	%Arena	%Finos	USC	AASTHO	I.G.	Descripción
1	1	0,20-1,00	2.41	N.L.	N.L.	N.P	7.37	50.71	41.92	SM	A-4	1	Arean limosa, no plastica.
2	1	0,20-1,00	6.92	N.L.	N.L.	N.P	0.00	64.54	35.46	SM	A-4	0	Arean limosa, no plastica.

ANEXO B. RESULTADOS ENSAYOS DCP DE CAMPO

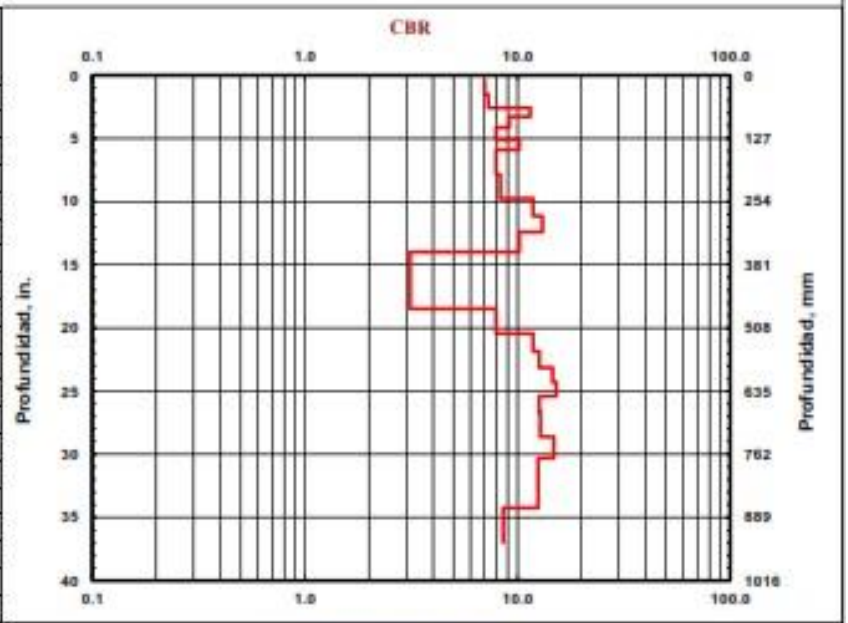
informacion de Cono Dinamico

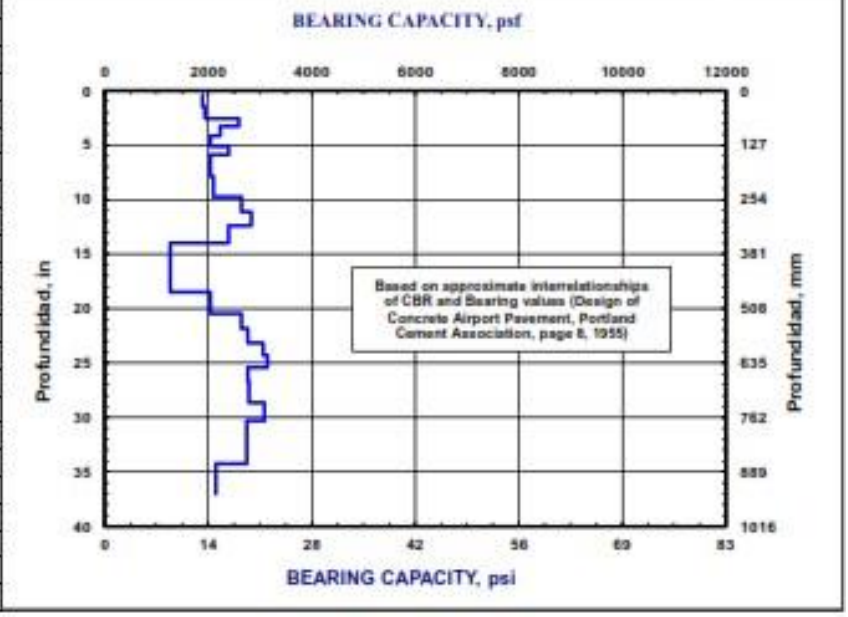
Proyecto: Avenida 10 Calle 2 Fecha: Noviembre-2023
Localizacion: DCP1 Tipo de Suelo: Type in the soil type

Martillo
○ 10.1 lbs.
◉ 17.6 lbs.
○ Usados ambos martillos

Tipo de Suelo
○ CH
○ CL
◉ Otro tipo de suelo

No. De Golpes	Penetracion Acumulada (mm)	Tipo de Martillo
0	10	1
1	38	1
1	65	1
1	83	1
1	105	1
1	130	1
1	150	1
2	200	1
2	248	1
2	283	1
2	315	1
2	355	1
2	470	1
2	520	1
2	555	1
2	588	1
2	617	1
2	645	1
2	678	1
3	727	1
3	770	1
3	820	1
3	870	1
3	940	1





informacion de Cono Dinamico

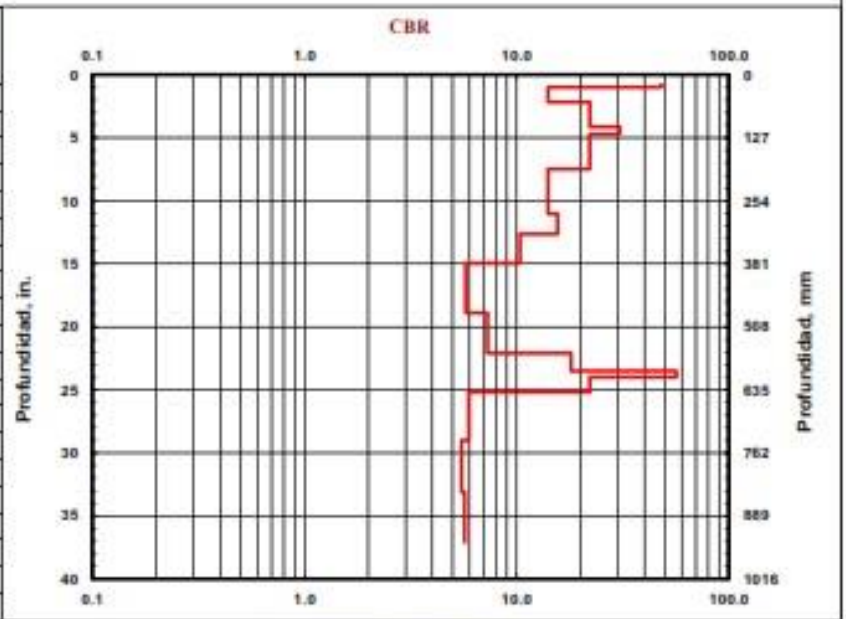
Proyecto: Avenida 6 Calle 2 Fecha: Noviembre-2023

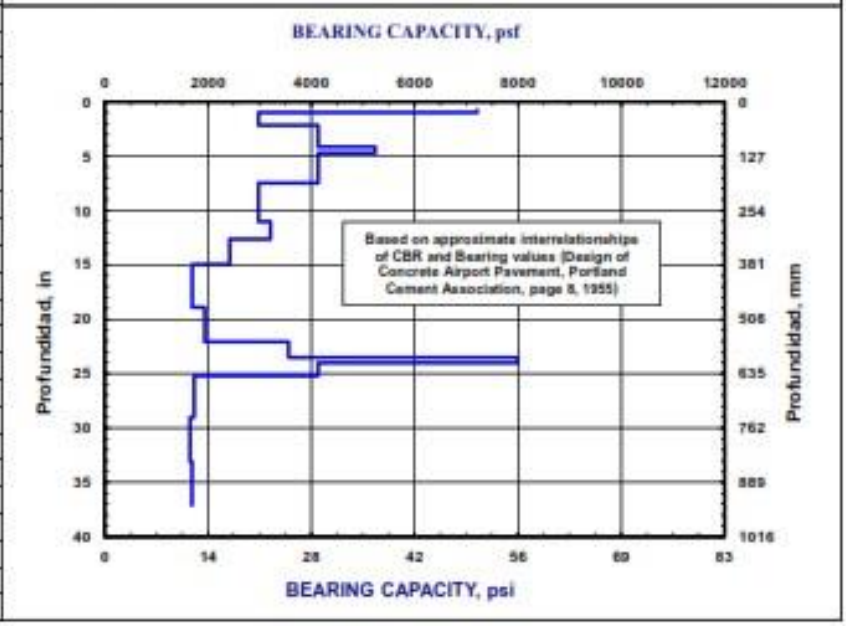
Localizacion: DCP2 Tipo de Suelo: Type in the soil type

Martillo
- ( ) 10.1 lbs.
- (•) 17.6 lbs.
- ( ) Usados ambos martillos

Tipo de Suelo
- ( ) CH
- ( ) CL
- (•) Otro tipo de suelo

No. De Golpes	Penetracion Acumulada (mm)	Tipo de Martillo
0	20	1
1	25	1
1	40	1
1	55	1
1	65	1
1	75	1
1	85	1
2	105	1
2	120	1
2	140	1
2	160	1
3	190	1
3	235	1
3	280	1
3	321	1
3	380	1
3	480	1
3	561	1
3	597	1
3	610	1
3	640	1
3	737	1
3	841	1
3	942	1





ANEXO C. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

INGESCOL INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA	**INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S** **NIT. 901.043.519-3**

HUMEDAD NATURAL

SECTOR :	AV 10 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN :	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	1
PROFUNDIDAD :	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

No.recipiente	67	79	84
Whumedo+Wrecipiente	212.22	171.99	160.75
Wseco+Wrecipiente	209.6	169.01	158.98
Wrecipiente	84.26	72.7	72.23
Humedad (%)	2.09	3.09	2.04
Humedad Promedio(%)	2.41		

OBSERVACIONES

REVISO :



ING: Jesus R. Sanchez D.
Especialista en geotecnia y estabilidad de taludes
Matricula profesional 54202 216973

Noviembre 2023

INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S
NIT. 901.043.519-3

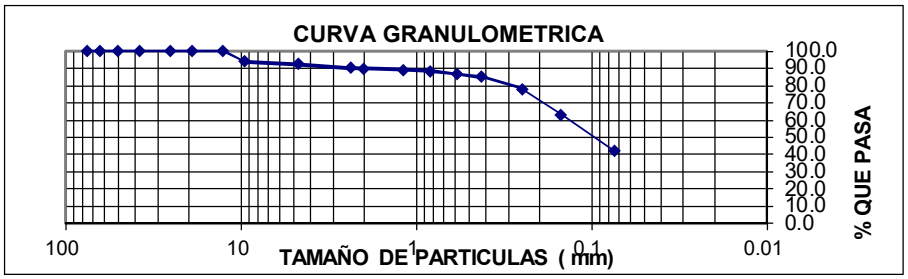
GRANOLUMETRIA - CLASIFICACIÓN

SECTOR :	AV 10 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN:	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	1
PROFUNDIDAD:	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

PESO INICIAL:	600	PESO DESPUÉS DE LAVAR:	348.50

TAMIZ No.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8 "	35.32	5.89	5.89	94.11
No. 4	8.90	1.48	7.37	92.63
No. 8	13.84	2.31	9.68	90.32
No.10	3.02	0.50	10.18	89.82
No. 16	3.82	0.64	10.82	89.18
No. 20	4.18	0.70	11.51	88.49
No. 30	11.66	1.94	13.46	86.54
No. 40	9.24	1.54	15.00	85.00
No. 60	41.96	6.99	21.99	78.01
No. 100	88.00	14.67	36.66	63.34
No. 200	128.54	21.42	58.08	41.92
FONDO	251.50	41.92	100.00	0.00
	600.00	100.00		

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-4
I.G.	1
U.S.C.	SM
GRAVA	7.37
ARENA	50.71
FINOS	41.92
I.P.	N.P.



D60(mm)	
D30(mm)	
D10(mm)	

Cu	
Cc	

REVISO :	ING: Jesus R. Sanchez D.

Noviembre 2023

INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S
NIT. 901.043.519-3

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

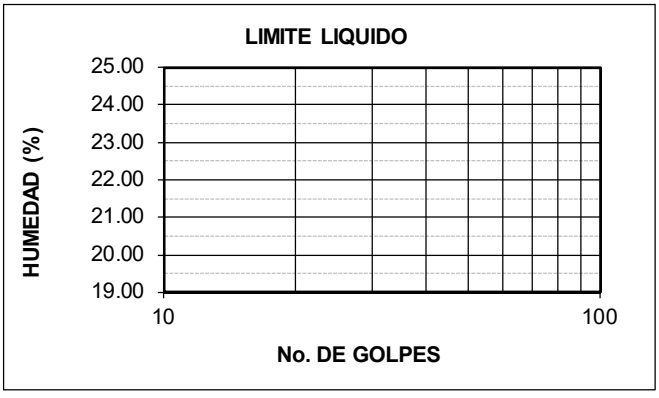
SECTOR :	AV 10 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	1
PROFUNDIDAD :	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

LIMITE LIQUIDO

NÚMERO DE GOLPES				
NÚMERO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)				
PESO HÚMEDO (Gr.)				
PESO SECO (Gr.)				
HUMEDAD (%)				

LIMITE PLASTICO

NÚMERO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)				
PESO HÚMEDO (Gr.)				
PESO SECO (Gr.)				
HUMEDAD (%)				



LIMITE LIQUIDO (%)	N.L.
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-4
I.G.	1
U.S.C.	SM

%GRAVA	7.37
%ARENA	50.71
%FINOS	41.92

REVISO :	ING: Jesus R. Sanchez D.

Noviembre 2023

INGESCOL	**INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S** **NIT. 901.043.519-3**

HUMEDAD NATURAL

SECTOR :	AV 6 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN :	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	2
PROFUNDIDAD :	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

No.recipiente	71	39	65
Whumedo+Wrecipiente	191.85	208.94	209.48
Wseco+Wrecipiente	183.6	201.54	202.27
Wrecipiente	83.15	84.11	87.04
Humedad (%)	8.21	6.30	6.26
Humedad Promedio(%)	6.92		

OBSERVACIONES

REVISO :



ING: Jesus R. Sanchez D.
Especialista en geotecnia y estabilidad de taludes
Matricula profesional 54202 216973

Noviembre 2023

INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S
NIT. 901.043.519-3

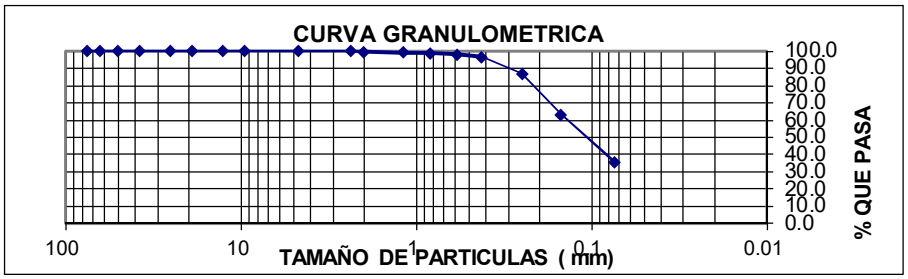
GRANOLUMETRIA - CLASIFICACIÓN

SECTOR :	AV 6 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN:	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	2
PROFUNDIDAD:	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

PESO INICIAL:	660	PESO DESPUÉS DE LAVAR:	425.94

TAMIZ No.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8 "	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	0.00	0.00	0.00	100.00
No.10	2.16	0.33	0.33	99.67
No. 16	2.26	0.34	0.67	99.33
No. 20	4.52	0.68	1.35	98.65
No. 30	3.62	0.55	1.90	98.10
No. 40	8.70	1.32	3.22	96.78
No. 60	65.64	9.95	13.17	86.83
No. 100	154.92	23.47	36.64	63.36
No. 200	184.14	27.90	64.54	35.46
FONDO	234.06	35.46	100.00	0.00
	660.00	100.00		

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	
I.G.	0
U.S.C.	SM
GRAVA	0.00
ARENA	64.54
FINOS	35.46
I.P.	N.P.



D60(mm)	
D30(mm)	
D10(mm)	

Cu	
Cc	

REVISO :	ING: Jesus R. Sanchez D.

Noviembre 2023

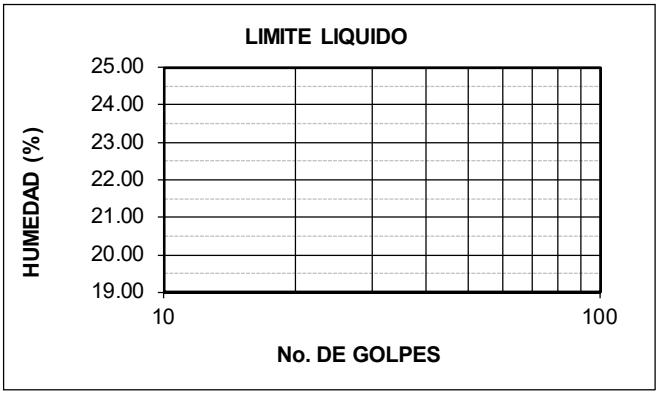
INGESCOL	**INGENIEROS ESPECIALISTAS DE COLOMBIA S.A.S** **NIT. 901.043.519-3**

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

SECTOR :	AV 6 CALLE 2		
LOCALIZACIÓN	Municipio Cúcuta	APIQUE No. :	2
PROFUNDIDAD :	0,20 a 1,00 metros	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	Arena limosa, no plastica.		

LIMITE LIQUIDO				
NÚMERO DE GOLPES				
NÚMERO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)				
PESO HÚMEDO (Gr.)				
PESO SECO (Gr.)				
HUMEDAD (%)				

LIMITE PLASTICO				
NÚMERO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)				
PESO HÚMEDO (Gr.)				
PESO SECO (Gr.)				
HUMEDAD (%)				



LIMITE LIQUIDO (%)	N.L.
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	
I.G.	0
U.S.C.	SM

%GRAVA	0.00
%ARENA	64.54
%FINOS	35.46

REVISO :	ING: Jesus R. Sanchez D.

Noviembre 2023